

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCION

MAESTRÍA EN INGENIERIA VIAL



Propuesta de Factibilidad Técnica de la infraestructura vial requerida para comunicar el Aeropuerto de Orotina con el Cantón de San Ramón, aplicando conceptos de intermodalidad de los sistemas de transporte y gestión de riesgos a desastres naturales.

Proyecto Final de Graduación para optar por el título de Máster en Ingeniería Vial grado profesional de Maestría

Realizado por:
Paulo Morales Solano

Cartago, julio de 2021

ACTA DE APROBACIÓN DE PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN

Con fundamento en lo establecido por la Maestría en Ingeniería Vial, el Tribunal Examinador del Proyecto Final de Graduación denominado:

Factibilidad Técnica de la infraestructura vial requerida para comunicar el Aeropuerto de Orotina con el Cantón de San Ramón, aplicando conceptos de intermodalidad de los sistemas de transporte y gestión de riesgos a desastres naturales

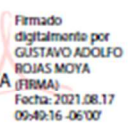


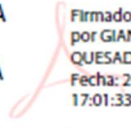
Y, habiendo analizado el resultado del trabajo presentado por el(los) estudiante(s):

Primer Apellido	Segundo Apellido	Nombre	No. de carné
MORALES	SOLANO	PAULO	2018319737

Se emite el siguiente dictamen el día 16 de agosto del 2021:

<input checked="" type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Reprobado
	<input type="checkbox"/> Se recomienda <input type="checkbox"/> No se recomienda <i>Brindarle una nueva oportunidad para Defensa Pública.</i> Nueva fecha: _____

Dando fé de lo acá expuesto firmamos,

GUSTAVO ADOLFO ROJAS MOYA (FIRMA)  Firmado digitalmente por GUSTAVO ADOLFO ROJAS MOYA (FIRMA) Fecha: 2021.08.17 09:49:16 -06'00' Ing. Gustavo Rojas Moya. Director, Escuela de Ingeniería en Construcción.	EZEQUIEL ALEJANDRO MEDINA ANGULO (FIRMA)  Digitally signed by EZEQUIEL ALEJANDRO MEDINA ANGULO (FIRMA) Date: 2021.08.23 07:50:01 -06'00' Ing. Alejandro Medina. Profesor Guía.
GERMAN EDUARDO VALVERDE GONZALEZ (FIRMA)  Firmado digitalmente por GERMAN EDUARDO VALVERDE GONZALEZ (FIRMA) Fecha: 2021.08.19 20:19:48 -06'00' Ing. German Valverde. Profesor Lector.	GIANNINA ORTIZ QUESADA (FIRMA)  Firmado digitalmente por GIANNINA ORTIZ QUESADA (FIRMA) Fecha: 2021.08.18 17:01:33 -06'00' Ing. Giannina Ortiz Quesada. Coordinadora Unidad de Posgrado

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, a mis padres y hermanos por creer en mí, por apoyarme y motivarme a continuar.

Agradecimientos

A Dios por darme la vida, la fortaleza y sabiduría; a mi padre, madre y hermanos por comprenderme, confiar en mí y motivarme a seguir adelante.

Al Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) por darme la oportunidad de cursar mi Maestría en Ingeniería Vial, a mi tutor el Ing. Alejandro Medina Angulo por su guía, consejos y paciencia.

Al Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI), al Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), Instituto Meteorológico Nacional (IMN), el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) por brindarme su atención y la información requerida para lograr este resultado.

A la empresa Autodesk® por brindar licencias estudiantiles para poder desarrollarnos tecnológicamente y elaborar proyectos académicos en beneficio de todos los costarricenses.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XIX
RESUMEN.....	XXVII
ABSTRACT	XXVIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. ANTECEDENTES	3
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	6
1.4. OBJETIVOS	7
1.5. ALCANCE Y LIMITACIONES	7
1.5.1. Alcances	7
1.5.2. Limitaciones.....	8
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. DEFINICIÓN Y COMPONENTES DE UN ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.	9
2.2. GESTIÓN DE RIESGOS A DESASTRES NATURALES.....	10
2.2.1. Amenaza	11
2.2.2. Gestión de Riesgos	14
2.3. INTERMODALIDAD DE SISTEMAS DE TRANSPORTES.	14
2.3.1. Transporte Público.....	15
2.3.2. Integración de Transporte Público.....	21
2.3.3. Accesibilidad al Transporte Público	25
2.3.4. Facilidades para los ciclistas.....	26
2.3.5. Vía de bicicletas (Ciclovía).	26

2.3.6. Diseño de la Vía de bicicletas (Ciclovía).....	28
2.4. CONCEPTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL.....	29
2.4.1. Derecho de vía:.....	30
2.4.2. Alineamiento horizontal:.....	30
2.4.3. Alineamiento vertical:.....	30
2.4.4. Sección Transversal.....	30
2.5. DISEÑO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO EN INFRAESTRUCTURA VIAL.....	32
2.5.1. Cuenca hidrográfica.....	32
2.5.2. Determinación de caudales con el programa HEC-HMS.....	32
2.5.3. Método del Servicio de Conservación de suelos de Estados Unidos (SCS).....	33
2.5.4. Drenaje mayor y drenaje menor.....	34
2.5.5. Periodo de Retorno.....	34
2.5.6. Tiempo de Concentración.....	35
2.5.7. Tiempo de retardo.....	35
2.5.8. Abstracciones Iniciales.....	35
2.5.9. Hietograma de Diseño, Método de bloques alternos.....	36
2.5.10. Diseño Hidráulico en Infraestructura Vial.....	36
2.5.11. Estimación de Caudal “Formula de Manning”.....	36
2.6. DISEÑO DE PAVIMENTOS.....	37
2.6.1. Pavimentos Flexibles método de la AASHTO 93.....	37
2.6.2. Pavimentos Rígidos método de la AASHTO 93.....	37
CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO.....	39
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	39
3.2. FUENTES DE INFORMACIÓN Y SUJETOS DE INFORMACIÓN.....	40
3.2.1. Fuentes.....	40

3.2.2. Sujetos de Información.....	40
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	41
3.3.1. Revisión documental	41
3.3.2. Análisis de Amenazas naturales para proyectos de inversión pública.....	41
3.3.3. Programa de diseño geométrico de vías	42
3.4. PROCESAMIENTOS Y ANÁLISIS DE DATOS.	43
3.4.1. Objetivo 1. Analizar con la metodología de análisis de amenazas naturales para proyectos de inversión pública de MIDEPLAN el trazado vial.....	43
3.4.2. Objetivo 2. Identificar el posible trazo vial técnicamente factible.	43
3.4.3. Objetivo 3. Estudiar la infraestructura vial más adecuada para comunicar el Aeropuerto de Orotina con la ciudad de San Ramón aplicando conceptos de intermodalidad de los sistemas de transportes, sistema BRT, automóviles y ciclovías.	43
3.4.4. Objetivo 4. Determinar el costo de la propuesta de infraestructura vial del corredor en dos escenarios y a partir de los resultados obtenidos escoger la opción más viable.	44
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y ANALISIS	45
4.1. ANALIZAR CON LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE AMENAZAS NATURALES PARA PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA DE MIDEPLAN EL TRAZO VIAL.	45
4.1.1. Identificación de amenazas naturales.	45
4.1.1.1. Amenaza de deslizamientos.	45
4.1.1.2. Amenaza de Inundación	47
4.1.1.3. Amenaza Alud Torrencial	48
4.1.1.4. Amenaza Volcánica.....	49
4.1.1.5. Amenaza Sísmica	50
4.1.1.6. Amenaza por Tsunami.....	52

4.1.2. Aplicación “Metodología de Análisis de Amenazas Naturales para proyectos de inversión pública en etapa de perfil”	53
4.1.2.1. Amenaza a deslizamiento	54
4.1.2.2. Amenaza de Inundación	58
4.1.2.3. Amenaza Alud Torrencial	75
4.1.2.4. Amenaza Volcánica.....	76
4.1.2.5. Amenaza Sísmica	78
4.1.2.6. Amenaza por Tsunami.....	81
4.2. IDENTIFICAR EL POSIBLE TRAZO VIAL TÉCNICAMENTE FACTIBLE	84
4.2.1. Diseño geométrico del corredor.....	84
4.2.1.1. Alineamiento Horizontal.....	84
4.2.1.2. Alineamiento Vertical.....	103
4.2.2. Determinación de la cantidad de carriles.....	111
4.2.3. Análisis hidrológico y diseño hidráulico.....	129
4.2.3.1. Puente sobre el Río Machuca, Estación 6+764.48.....	129
4.2.3.2. Puente sobre Río Grande, Estación 28+922.66.....	137
4.2.3.3. Puente sobre Quebrada Grande, Estación 9+339.5	145
4.2.3.4. Puente sobre Río Grande, Estación 32+461.75	152
4.2.3.5. Puente sobre Río Jesús, Estación 26+263	160
4.2.4. Medidas para la reducción del riesgo a desastres naturales.....	168
4.2.4.1. Riesgo a Deslizamiento.....	168
4.2.4.2. Inundación.....	178
4.2.4.3. Alud Torrencial	179
4.2.4.4. Volcánica.....	180
4.2.4.5. Sísmica	180
4.2.4.6. Tsunami.....	180

4.2.5. Diseño de pavimentos.....	181
4.2.5.1. Diseño de Pavimentos en carriles Mixtos	181
4.2.5.2. Diseño de Pavimentos en carriles del BRT	183
4.2.6. Sección Transversal.....	185
4.3. ESTUDIAR LA INFRAESTRUCTURA VIAL MÁS ADECUADA PARA COMUNICAR EL AEROPUERTO DE OROTINA CON LA CIUDAD DE SAN RAMÓN APLICANDO CONCEPTOS DE INTERMODALIDAD DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTES, SISTEMAS BRT, AUTOMÓVILES Y CICLOVÍAS.	190
4.3.1. Transporte no Motorizado	190
4.3.2. Diseño del Sistema de Autobuses de Tránsito Rápido, BRT.....	197
4.3.2.1. Diseño de redes y servicio.....	197
4.3.2.2. Capacidad del sistema.	201
4.3.2.3. Características del sistema BRT.....	205
4.3.2.4. Características de las Estaciones.	206
4.3.3. Intersecciones e Intercambios a desnivel.....	206
4.3.4. Estimación de los tiempos de viaje entre San Ramón y la entrada al “Aeropuerto Internacional Metropolitano”	231
4.4. DETERMINAR EL COSTO DE LA PROPUESTA DE INFRAESTRUCTURA VIAL DEL CORREDOR EN DOS ESCENARIOS Y A PARTIR DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS ESCOGER LA OPCIÓN MÁS VIABLE.....	233
4.4.1. Cálculo de cantidades.	234
4.4.1.1. Movimiento de tierra:.....	234
4.4.1.2. Obras de estabilización de Tierra	234
4.4.1.3. Puentes:	236
4.4.1.4. Túneles viales:.....	240
4.4.1.5. Ciclovías, señalización vial horizontal, barreras de contención vehicular, aceras, cordón y caño:	241
4.4.1.6. Pavimentos:	244

4.4.2. Precios Unitarios:	248
4.4.3. Análisis comparativo de costos en dos escenarios de Pavimentos	250
4.4.4. Costo de la propuesta de infraestructura vial del requerida.....	255
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	275
5.1. CONCLUSIONES	275
5.2. RECOMENDACIONES	277
CAPÍTULO 6. REFERENCIAS BIBLOBRÁFICAS.....	279
CAPÍTULO 7. ANEXOS.....	285

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Capacidad de los vehículos para los corredores troncales	17
Tabla 2: Recomendaciones de distancia media que un peatón está dispuesto a recorrer para trasladarse en transporte público.	21
Tabla 3: Recomendaciones de distancia media que un ciclista está dispuesto a recorrer para trasladarse en transporte público.	22
Tabla 4: Resume de fortalezas y debilidades del Transporte Público y Bicicleta	24
Tabla 5: Resume de fortalezas del Transporte Público Más Bicicleta	24
Tabla 6: Anchos de ciclovías en función de volumen de ciclistas por hora.....	29
Tabla 7: Velocidades de diseño en función de la pendiente y longitud del tramo.	29
Tabla 8: Pendiente de diseño en función de la longitud del tramo.....	29
Tabla 9: Zonas afectadas por Inundaciones.....	47
Tabla 10: Características de las fallas tectónicas cercanas al CIVO.	51
Tabla 11: Precipitación máxima en 24 horas.	54
Tabla 12: Cálculos de Distribución Gumbel	55
Tabla 13: Determinación de valoración parámetro de humedad del suelo del terreno, Estación Meteorológica San Mateo.....	55
Tabla 14: Matriz Amenaza de deslizamiento.	57
Tabla 15: Escala de Valoración del Índice de Amenaza	58
Tabla 16: Matriz de Combinación 1, Pendiente promedio de terreno con precipitación (promedio mensual 3 meses más lluviosos).....	60
Tabla 17: Matriz de Combinación 2, distancia a cuerpos de agua con altura sobre el tirante de agua.	61
Tabla 18: Matriz de Amenaza de Inundación, Puente sobre el Río Machuca.....	62
Tabla 19: Matriz de Combinación 1, Pendiente promedio de terreno con precipitación (promedio mensual 3 meses más lluviosos).....	65
Tabla 20: Matriz de Combinación 2, distancia a cuerpos de agua con altura sobre el tirante de agua.	65

Tabla 21: Matriz de Amenaza de Inundación, Puente sobre Quebrada Grande.....	66
Tabla 22: Determinación de valoración parámetro de humedad del suelo del terreno, Estación Meteorológica Balsa.....	69
Tabla 23: Matriz de Combinación 1, Pendiente promedio de terreno con precipitación (promedio mensual 3 meses más lluviosos).....	69
Tabla 24: Matriz de Combinación 2, distancia a cuerpos de agua con altura sobre el tirante de agua.	70
Tabla 25: Matriz de Amenaza de Inundación, Puente sobre Río Grande, Estación 28+922.66.....	70
Tabla 26: Matriz de Combinación 1, Pendiente promedio de terreno con precipitación (promedio mensual 3 meses más lluviosos).....	73
Tabla 27: Matriz de Combinación 2, distancia a cuerpos de agua con altura sobre el tirante de agua.	74
Tabla 28: Matriz de Amenaza de Inundación, Puente sobre Río Grande, Estación 32+461.75.....	74
Tabla 29: Matriz de Amenaza de Alud Torrencial, Puente sobre el Río Machuca.	76
Tabla 30: Matriz de combinación 3. Tipos de sitios con Zonas Sísmicas.....	80
Tabla 31: Matriz de Combinación 4. Pendiente promedio (%) con zonas sísmicas.....	80
Tabla 32: Matriz de Amenaza Sísmica, Corredor Vial en Estudio.	81
Tabla 33: Matriz de Combinación 5: Altura respecto pleamar (m) con la distancia pleamar (m)	82
Tabla 34: Matriz de Amenaza Tsunami, Corredor Vial en Estudio.	83
Tabla 35: Cuadro Resumen Índice de Amenaza y Nivel de Amenazas para el CIVO.....	84
Tabla 36: Estacionamiento y Coordenadas de Puntos de Intersección PI del alineamiento del CIVO.....	87
Tabla 37: Parámetros de diseño del alineamiento del CIVO.....	93
Tabla 38: Curvas circulares del CIVO	95
Tabla 39: Curvas espirales del CIVO.....	96
Tabla 40: Parámetros de diseño del alineamiento corredor de acceso al Aeropuerto.	101
Tabla 41: Curvas circulares del Corredor de acceso al Aeropuerto Metropolitano.	102
Tabla 42: Control de Diseño para Curva Vertical en Cresta para la “distancia de visibilidad de parada”.104	
Tabla 43: Control de Diseño para Curva Vertical Cóncava o en Columpio.	104

Tabla 44: Parámetros de diseño del perfil del alineamiento del CIVO	106
Tabla 45: Parámetros de diseño del perfil del alineamiento corredor de acceso al Aeropuerto.....	109
Tabla 46: Porcentaje de Modalidad de transporte.	111
Tabla 47: Tipos de viaje por tipo de vehículo	111
Tabla 48: Cálculo de la Generación de viajes para los pasajeros Aeropuerto de Orotina.....	112
Tabla 49: Cálculo del porcentaje de pasajeros extranjeros por año del Aeropuerto Internacional Juan Santa María	113
Tabla 50: Cantidad porcentual de turistas que visitan las llanuras del Norte y el Caribe.	113
Tabla 51: Duración de tiempo de viaje con origen el Cantón del Limón y destino el Nuevo Aeropuerto de Orotina.....	114
Tabla 52: Cantidad de volumen vehicular para el "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO) generado por los pasajeros del Aeropuerto de Orotina.	114
Tabla 53: Cálculo de la Generación de viajes empleados del Aeropuerto de Orotina	116
Tabla 54: Población con grado de instrucción de los cantones vecinos al nuevo Aeropuerto Internacional Metropolitano y posibles rutas nacionales que utilizarían.	118
Tabla 55: Cantidad porcentual por grado de instrucción de la población de los cantones vecinos al Aeropuerto Internacional Metropolitano y posibles rutas nacionales que utilizarían	118
Tabla 56: Cantidad porcentual por grado de instrucción de la población de los cantones vecinos al Aeropuerto Internacional Metropolitano que utilizarían el CIVO	119
Tabla 57: Cantidad de volumen vehicular para el "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO) generado por los empleados del Aeropuerto de Orotina.	119
Tabla 58: Estimación de viajes Atraídos por el CIVO.	120
Tabla 59: Resumen cantidad de vehículos que transitan por el CIVO en la hora de mayor demanda por día por año.....	122
Tabla 60: Nivel de servicio mínimo en carreteras.....	124
Tabla 61: Característica de los tramos estudiados.....	124

Tabla 62: Niveles de Servicio obtenidos para 2 carriles por sentido para el año 0 de operación (año 2020).	125
Tabla 63: Niveles de Servicio obtenidos para 2 carriles por sentido para el año 20 de operación (año 2040).	125
Tabla 64: Niveles de Servicio obtenidos para el año 20 de operación (año 2040), considerando 3 carriles por sentido.	125
Tabla 65: Cuadro resumen de la cantidad de viajes en la hora de mayor demanda en el CIVO, con implementación de Autobuses de Tránsito Rápido (BRT).	127
Tabla 66: Cuadro comparativo de los Niveles de Servicio obtenidos para el año 20 de operación y año 27 considerando la propuesta de 3 carriles por sentido y cada uno de los escenarios de implementación del BRT	128
Tabla 67: Características de Subcuenca sobre el Río Machuca.	129
Tabla 68: Áreas y Porcentaje de Impermeabilidad de la Subcuenca.	130
Tabla 69: Cálculo de número de curva para condición II (AMC II): condición promedio o condiciones normal.	131
Tabla 70: Calculo de número de curva corregido Condición III (AMC III): en los últimos cinco días se ha presentado precipitación intensa, suelos saturados.	131
Tabla 71: Cálculo de intensidad y precipitación para construcción de hietograma de bloques alternos...	133
Tabla 72: Características de Subcuenca sobre el Río Grande.	137
Tabla 73: Áreas y Porcentaje de Impermeabilidad de la Subcuenca.	138
Tabla 74: Cálculo de número de curva para condición II (AMC II): condición promedio o condiciones normal.	139
Tabla 75: Cálculo de número de curva corregido Condición III (AMC III): en los últimos cinco días se ha presentado precipitación intensa, suelos saturados.	139
Tabla 76: Cálculo de intensidad y precipitación para construcción de hietograma de bloques alternos, Río Grande.	140

Tabla 77: Características de Subcuenca sobre Quebrada Grande.	145
Tabla 78: Cálculo de número de curva para condición II (AMC II): condición promedio o condiciones normal.....	146
Tabla 79: Cálculo de número de curva corregido Condición III (AMC III): en los últimos cinco días se ha presentado precipitación intensa, suelos saturados.	146
Tabla 80: Cálculo de intensidad y precipitación para construcción de hietograma de bloques alternos, Quebrada Grande.....	148
Tabla 81: Características de Subcuenca sobre el Río Grande.	152
Tabla 82: Áreas y Porcentaje de Impermeabilidad de la Subcuenca.....	153
Tabla 83: Cálculo de número de curva para condición II (AMC II): condición promedio o condiciones normal.....	154
Tabla 84: Cálculo de número de curva corregido Condición III (AMC III): en los últimos cinco días se ha presentado precipitación intensa, suelos saturados.	154
Tabla 85: Cálculo de intensidad y precipitación para construcción de hietograma de bloques alternos, Río Grande.	155
Tabla 86: Áreas y Porcentaje de Impermeabilidad de la Subcuenca.....	161
Tabla 87: Cálculo de número de curva para condición II (AMC II): condición promedio o condiciones normal.....	162
Tabla 88: Cálculo de número de curva corregido Condición III (AMC III): en los últimos cinco días se ha presentado precipitación intensa, suelos saturados.	162
Tabla 89: Cálculo de intensidad y precipitación para construcción de hietograma de bloques alternos, Río Jesús.	163
Tabla 90: Resumen de resultados de caudales obtenidos para las Subcuencas vulnerables a la Amenaza de Inundación.....	168
Tabla 91: Obras de Mitigación riesgo a deslizamiento.	170
Tabla 92: Características geométricas de los Túneles Viales.....	173

Tabla 93: Resumen de resultados de caudales obtenidos para las Subcuencas vulnerables a la Amenaza de Inundación.....	179
Tabla 94: Elementos y dimensiones de la sección transversal del CIVO.	185
Tabla 95: Elementos y dimensiones de la sección transversal de la calle de acceso al “Aeropuerto Internacional Metropolitano”.	188
Tabla 96: Rutas demandantes de infraestructura para movilidad peatonal.	191
Tabla 97: Rutas candidatas para tener una vía de bicicletas (ciclovía) y sus características.....	195
Tabla 98: Resumen de la cantidad de rutas y operadores de transporte público actuales.	201
Tabla 99: Variables consideradas para la estimación de la capacidad del sistema BRT.....	202
Tabla 100: Demanda pronosticada de pasajeros y Capacidad del sistema BRT del Escenario 3.....	204
Tabla 101: Parámetros de diseño de carriles de aceleración y desaceleración de Intersección CIVO y Ruta Nacional 1.	210
Tabla 102: Características de carriles de aceleración y desaceleración de Intersección CIVO y Ruta Nacional 1.	211
Tabla 103: Parámetros de diseño de carriles de aceleración y desaceleración de Intersección San Rafael.	213
Tabla 104: Características de carriles de aceleración y desaceleración de Intersección San Rafael.....	214
Tabla 105: Parámetros de diseño de carriles de aceleración y desaceleración de Intersección Jesús María.	216
Tabla 106: Características de carriles de aceleración y desaceleración de Intersección Jesús María.	217
Tabla 107: Parámetros de diseño de carriles de aceleración y desaceleración de Intersección Ceiba.	220
Tabla 108: Características de carriles de aceleración y desaceleración de Intersección Ceiba.....	220
Tabla 109: Parámetros de diseño de carriles de aceleración y desaceleración de Intersección CIVO-Ruta Nacional 757.	223
Tabla 110: Características de carriles de aceleración y desaceleración de Intersección CIVO-Ruta Nacional 757.....	223

Tabla 111: Parámetros de diseño de carriles de aceleración y desaceleración de Intersección Acceso Aeropuerto.....	226
Tabla 112: Características de carriles de aceleración y desaceleración de Intersección Acceso Aeropuerto.	226
Tabla 113: Tiempo de viaje entre el Cantón de San Ramón y el “Aeropuerto Internacional Metropolitano” ubicado en Orotina por rutas existentes.....	231
Tabla 114: Tiempo de viaje entre el Cantón de San Ramón y el “Aeropuerto Internacional Metropolitano” ubicado en Orotina por el "Corredor de Interconexión Vial Occidente” (CIVO).	232
Tabla 115: Tiempo de viaje en BRT entre el Cantón de San Ramón y el “Aeropuerto Internacional Metropolitano” ubicado en Orotina por el "Corredor de Interconexión Vial Occidente” (CIVO).	233
Tabla 116: Cantidades de corte y relleno Calle acceso al Aeropuerto Metropolitano (Ruta Nacional 757 y Calle Pozón).	234
Tabla 117: Cantidades de corte y relleno Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO).....	234
Tabla 118: Cantidades de materiales Muros de Tierra Armada.	235
Tabla 119: Cantidades de materiales Muros de Concreto reforzado.....	235
Tabla 120: Cantidades de materiales de Puentes.....	236
Tabla 121: Cantidades de materiales de Túneles viales.	240
Tabla 122: Cantidades de materiales ciclovías, señalización vial horizontal, barreras de contención vehicular, aceras, cordón y caño.	241
Tabla 123: Cantidades de materiales “Pavimento Rígido en carriles para BRT”.	244
Tabla 124: Cantidades de materiales “Pavimento Semirrígido en carriles Mixtos”.	244
Tabla 125: Cantidades de materiales “Pavimento flexible en carriles Mixtos”.	246
Tabla 126: Resumen análisis de precios unitarios.....	248
Tabla 127: Resumen análisis de precios unitarios elementos de Puentes.	249
Tabla 128:Costos de construcción túneles viales.	250
Tabla 129:Costos de construcción Muros con Anclajes.....	250

Tabla 130: Costos de construcción de pavimentos semirrígidos.....	251
Tabla 131: Costos de construcción de pavimentos flexible.	253
Tabla 132: Cuadro comparativo de costos de pavimentos del CIVO.....	254
Tabla 133: Costos de Construcción de “Intersección CIVO-Ruta Nacional 757”.....	255
Tabla 134: Costos de Construcción de “Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO)”.....	257
Tabla 135: Costos de Construcción de “Puentes del CIVO”.....	259
Tabla 136: Costos de Construcción de “Intersección Ceiba”.....	262
Tabla 137: Costos de Construcción de “Intersección Jesús María”.....	263
Tabla 137: (continuación) Costos de Construcción de “Intersección Jesús María”.....	264
Tabla 138: Costos de Construcción de “Túneles viales”.....	265
Tabla 139: Costos de Construcción de “Intersección San Rafael”.....	266
Tabla 140: Costos de Construcción de “Intersección Ruta Nacional 1-CIVO”.....	267
Tabla 141: Costos de Ampliación Calle de acceso al Aeropuerto Metropolitano (Ruta Nacional 757 y ruta cantonal).	268
Tabla 142: Costos de Construcción de “Intersección Acceso al Aeropuerto”.	269
Tabla 143: Costos de Construcción de “Ampliación Ruta Nacional 135”.....	270
Tabla 144: Resumen de Costos de Construcción por “tipo de infraestructura vial” de la propuesta requerida para comunicar el Aeropuerto Internacional Metropolitano con el Cantón de San Ramón.	271
Tabla 145: Resumen de Costos de Construcción por “componente vial” de la propuesta requerida para comunicar el Aeropuerto Internacional Metropolitano con el Cantón de San Ramón.....	272
Tabla 146: Resumen de Costos de Construcción por “componente vial” de la propuesta requerida para comunicar el Aeropuerto Internacional Metropolitano con el Cantón de San Ramón.....	274

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Mapa ubicación Aeropuerto, Área de estudio y Rutas Nacionales.	4
Ilustración 2: Mapa ubicación Aeropuerto, Área de estudio y Rutas Nacionales.	5
Ilustración 3: Árbol de Problemas.....	6
Ilustración 4: Ciclo de vida de un proyecto.....	9
Ilustración 5: Contenidos de un documento de perfil, prefactibilidad y factibilidad de un proyecto.....	9
Ilustración 6: Distribución de las pérdidas por sector por el impacto de fenómenos naturales, Periodo 2005-2011	10
Ilustración 7: Fotografía noticia presentación del Manual de consideraciones técnicas, hidrológicas e hidráulicas para la Infraestructura Vial en Centroamérica	11
Ilustración 8: Deslizamiento ocurrido sobre Ruta Nacional 2, entre Cartago y Pérez Zeledón, durante la tormenta Nate.	12
Ilustración 9: Componentes de la Vulnerabilidad.	13
Ilustración 10: Definición de Riesgo.....	13
Ilustración 11: Espacio en metros cuadrado que ocupa una persona en transportarse en diferentes medios de transporte.....	14
Ilustración 12: Capacidades de los sistemas de transportes público.	15
Ilustración 13: Capacidades de pasajeros y costos de inversión de sistemas de transportes masivos.....	16
Ilustración 14: Sección típica de un corredor con carriles exclusivos para un sistema BRT	16
Ilustración 15: Autobús articulado de 18.5 metros de largo con 4 puertas de 1.10 metros.....	17
Ilustración 16: Sistema Transmilenio en Bogotá Colombia, BRT completo.	18
Ilustración 17: Recorrido realizado por un usuario del transporte público en un recorrido de 2 km.	22
Ilustración 18: Recorrido realizado por un usuario del transporte público en un recorrido de 11 km.	22
Ilustración 19: Distribución de distancias a la estación del transporte público metropolitano “bike and ride” para diversos países y modos de transportes, expresada en porcentaje sobre el total de viajeros que acceden en bicicleta a las estaciones, Fuente Martens, 2004.	23

Ilustración 20: Comparación entre los tiempos de viaje para los diferentes modos en un entorno urbano, tiempo medido puerta a puerta, Fuente: Dekoster & Schollaert, 1999. Reproducido de (ECMT, 2004)....	23
Ilustración 21: Adecuación de la infraestructura para los usuarios de bicicletas.	25
Ilustración 22: Facilidades para el ciclista.....	26
Ilustración 23: Tipos de Vías para Bicicletas (Ciclovías)	28
Ilustración 24: Ancho recomendado de ciclovía unidireccional.	28
Ilustración 25: Sección transversal de una carretera de montaña.....	31
Ilustración 26: Curvas de velocidad, flujo y niveles de servicio en carreteras de carriles múltiples	32
Ilustración 27: Ejemplo, hietograma de bloques alternos para una tormenta de diseño de 50 años.....	36
Ilustración 28: Esquema metodológico del proyecto de investigación	39
Ilustración 29: Esquema del procedimiento de análisis de las amenazas naturales.	42
Ilustración 30: Mapa de ubicación deslizamientos y zonas vulnerables respecto al CIVO.	46
Ilustración 31: Mapa de categorización de riesgo de inundación respecto al CIVO.....	47
Ilustración 32: Mapa de ubicación zonas Inundables respecto al CIVO.	48
Ilustración 33: Mapa de ubicación zonas vulnerables a la amenaza Alud Torrencial.....	49
Ilustración 34: Mapa de ubicación zonas vulnerables a la amenaza Volcánica.	50
Ilustración 35: Mapa de ubicación fallas tectónicas y ubicación de epicentros de sismos respecto al CIVO	52
Ilustración 36: Mapa de ubicación CIVO con respecto a la Costa Pacífica vulnerable a la Amenaza Tsunami	53
Ilustración 37: Análisis de pendientes sector montañoso, Corredor Vial en Estudio.....	56
Ilustración 38: Ubicación del Puente sobre el Río Machuca y zona inundable.....	58
Ilustración 39: Imagen de topografía del terreno sobre el margen del Río Machuca y el Corredor Vial en Estudio.....	59
Ilustración 40: Imagen de curvas de nivel del terreno sobre el margen del Río Machuca y el Corredor Vial en Estudio.....	59

Ilustración 41: Análisis de pendientes terrenos contiguo al Río Machuca y el Corredor Vial en Estudio..	60
Ilustración 42: Área cobertura de Bosque Cuenca en Estudio.	61
Ilustración 43: Ubicación del Puente sobre Quebrada Grande y áreas con bosque.....	63
Ilustración 44: Imagen de topografía del terreno sobre el margen de la Quebrada Grande y el Corredor Vial en Estudio.	63
Ilustración 45: Imagen de curvas de nivel del terreno sobre el margen de Quebrada Grande y el Corredor Vial en Estudio.	64
Ilustración 46: Análisis de pendientes terrenos contiguo a la Quebrada Grande y el Corredor Vial en Estudio.	64
Ilustración 47: Ubicación del Puente sobre Río Grande y áreas con bosque.	67
Ilustración 48: Imagen de topografía del terreno sobre el margen de la Río Grande y el Corredor Vial en Estudio.....	67
Ilustración 49: Imagen de curvas de nivel del terreno sobre el margen del Río Grande y el Corredor Vial en Estudio.....	68
Ilustración 50: Análisis de pendientes terrenos contiguo al Río Grande y el Corredor Vial en Estudio.....	68
Ilustración 51: Ubicación del Puente sobre Río Grande y áreas con bosque.	71
Ilustración 52: Imagen de topografía del terreno sobre el margen de la Río Grande y el Corredor Vial en Estudio.....	72
Ilustración 53: Imagen de curvas de nivel del terreno sobre el margen del Río Grande y el Corredor Vial en Estudio.....	72
Ilustración 54: Análisis de pendientes terrenos contiguo al Río Grande y el Corredor Vial en Estudio.....	73
Ilustración 55: Cantones en los que se ubica la cuenca Jesús María.....	75
Ilustración 56: Ubicación del CIVO con respecto al cráter de Volcanes Activos.....	77
Ilustración 57: Mapa de peligros volcánicos del Volcán Poas.	78
Ilustración 58: Mapa de ubicación fallas tectónicas y el CIVO	79
Ilustración 59: Análisis de pendientes en zona de estudio “Cerros del Aguacate”	80

Ilustración 60: Mapa de elevaciones del terreno del CIVO, Amenaza Tsunami.....	82
Ilustración 61: Imagen del alineamiento horizontal realizado con programa Infracore 85	85
Ilustración 62: Imagen del alineamiento horizontal Civil 3D 86	86
Ilustración 63: Ubicación de la Calle acceso al Aeropuerto Metropolitano a Ampliar..... 97	97
Ilustración 64: Estado de la Ruta Nacional 757 y Calle Pozón 98	98
Ilustración 65: Ubicación de la zona económica en las cercanías del Nuevo Aeropuerto Metropolitano. . 99	99
Ilustración 66: Imagen del alineamiento vertical del CIVO realizado con programa Civil 3D 103	103
Ilustración 67: Imagen del alineamiento vertical de la calle de acceso al “Aeropuerto Internacional Metropolitano” realizado con programa Civil 3D..... 108	108
Ilustración 68: Poblados vecinos al Aeropuerto en un Radio de 30 km..... 117	117
Ilustración 69: Carril segregado para BRT con estación central, Corredor Ecovía en Quito Ecuador 126	126
Ilustración 70: Mapa de uso de suelo Subcuenca Río Machuca..... 130	130
Ilustración 71: Mapa de ubicación de estación meteorológica respecto a la Subcuenca en Estudio..... 132	132
Ilustración 72: Hietograma de Bloques alterno para la cuenca sobre el Río Machuca..... 133	133
Ilustración 73: Modelo hidrológico de la Subcuenca en estudio..... 134	134
Ilustración 74: Imagen con los resultados obtenidos del caudal pico de descarga..... 134	134
Ilustración 75: Hidrograma para una tormenta de 170 minutos. 135	135
Ilustración 76: Resultados de la modelación hidrológica para la cuenca en estudio..... 135	135
Ilustración 77: Sección transversal del Río Machuca..... 136	136
Ilustración 78: Modelo del comportamiento del Río Machuca con el caudal de diseño..... 136	136
Ilustración 79: Sección transversal del Río Machuca..... 137	137
Ilustración 80: Mapa de uso de suelo Subcuenca Río Grande 138	138
Ilustración 81: Hietograma de Bloques alternos para la cuenca sobre el Río Grande..... 141	141
Ilustración 82: Modelo hidrológico de la Subcuenca en estudio..... 141	141
Ilustración 83: Imagen con los resultados obtenidos del caudal pico de descarga..... 142	142
Ilustración 84: Hidrograma para una tormenta de 12 minutos. 142	142

Ilustración 85: Resultados de la modelación hidrológica para la cuenca en estudio.....	143
Ilustración 86: Modelo del comportamiento del Río Grande con el caudal de diseño.....	144
Ilustración 87: Sección transversal del Río Grande.	144
Ilustración 88 Mapa de uso de suelo Subcuenca Quebrada Grande.....	145
Ilustración 89: Hietograma de Bloques alternos para la cuenca sobre el Quebrada Grande.....	148
Ilustración 90: Modelo hidrológico de la Subcuenca en estudio.....	149
Ilustración 91: Imagen con los resultados obtenidos del caudal pico de descarga.	149
Ilustración 92: Hidrograma para una tormenta de 26 minutos.	150
Ilustración 93: Resultados de la modelación hidrológica para la cuenca en estudio.....	150
Ilustración 94: Modelo del comportamiento de la Quebrada Grande con el caudal de diseño.	151
Ilustración 95: Sección transversal del Quebrada Grande.....	152
Ilustración 96: Mapa de uso de suelo Subcuenca Río Grande	153
Ilustración 97: Hietograma de Bloques alternos para la cuenca sobre el Río Grande.....	156
Ilustración 98: Modelo hidrológico de la Subcuenca en estudio.....	157
Ilustración 99: Imagen con los resultados obtenidos del caudal pico de descarga.....	157
Ilustración 100: Hidrograma para una tormenta de 50 minutos.	158
Ilustración 101: Resultados de la modelación hidrológica para la cuenca en estudio.....	158
Ilustración 102: Modelo del comportamiento del Río Grande con el caudal de diseño.....	159
Ilustración 103: Sección transversal del Río Grande.	160
Ilustración 104: Mapa de uso de suelo Subcuenca Río Jesús.....	161
Ilustración 105: Hietograma de Bloques alternos para la cuenca sobre el Río Jesús.	164
Ilustración 106: Modelo hidrológico de la Subcuenca en estudio.....	164
Ilustración 107: Imagen con los resultados obtenidos del caudal pico de descarga.....	165
Ilustración 108: Hidrograma para una tormenta de 30 minutos.	165
Ilustración 109: Resultados de la modelación hidrológica para la cuenca en estudio.....	166
Ilustración 110: Modelo del comportamiento del Río Jesús con el caudal de diseño.	167

Ilustración 111: Sección transversal del Río Jesús.....	167
Ilustración 112: Zonas del CIVO vulnerables a la amenaza deslizamiento.	169
Ilustración 113: Estabilización de los taludes con bermas con un ancho de 2.5 metros de ancho por cada 7 metros de altura, con sus respectivas contracunetas y obras de vegetación del talud.	172
Ilustración 114: Estabilización opcional de los taludes con concreto lanzado más obra de anclaje al suelo, con bermas con un ancho de 2.5 metros de ancho por cada 7 metros de altura.	172
Ilustración 115: Túnel vial Derecho.....	174
Ilustración 116: Túneles viales de CIVO.	174
Ilustración 117: Región vulnerable a la amenaza deslizamiento, Estaciones 15+360-15+780.....	175
Ilustración 118: Región vulnerable a la amenaza deslizamiento, Estaciones 16+400-21+120.....	175
Ilustración 119: Región vulnerable a la amenaza deslizamiento, Estaciones 21+420-24+200.....	176
Ilustración 120: Región vulnerable a la amenaza deslizamiento, Estaciones 24+200-26+200.....	176
Ilustración 121: Región vulnerable a la amenaza deslizamiento, Estaciones 26+600-28+740.....	177
Ilustración 122: Región vulnerable a la amenaza deslizamiento, Estaciones 26+600-28+740.....	177
Ilustración 123: Zonas vulnerables del CIVO a la Amenaza de Inundación.....	178
Ilustración 124: Región vulnerable a la amenaza Alud Torrencial, Estación 6+764.48.	180
Ilustración 125: Sección transversal del CIVO	187
Ilustración 126: Sección transversal de la calle de acceso al “Aeropuerto Internacional Metropolitano”.189	
Ilustración 127: Ubicación de puntos de convergencia entre sistemas de transporte en el cantón de San Ramón.	190
Ilustración 128: Ubicación de puntos de convergencia entre sistemas de transporte en el cantón de Orotina y San Mateo.....	191
Ilustración 129: Ancho requerido para el cruce de peatones.....	192
Ilustración 130: Elementos de una vía de peatones.....	193
Ilustración 131: Ubicación de puntos de convergencia entre sistemas de transporte en el cantón de Orotina y San Mateo.....	193

Ilustración 132: Ubicación de puntos de convergencia entre sistemas de transporte en el cantón de San Ramón.	194
Ilustración 133: Rutas propuestas para construcción de Ciclovías en el cantón de San Ramón.	196
Ilustración 134: Rutas propuestas para construcción de Ciclovías en el cantón de Orotina.	196
Ilustración 135: Capacidades de pasajeros y costos de inversión de sistemas de transportes masivos....	197
Ilustración 136: Esquema comparativo Servicios tronco-alimentados y los Directos.	198
Ilustración 137: Ubicación de estaciones de BRT del cantón Orotina.	199
Ilustración 138: Ubicación de estaciones de BRT del cantón San Mateo.	199
Ilustración 139: Ubicación de estaciones de BRT del cantón San Ramón.	200
Ilustración 140: Ubicación de terminales de BRT del cantón San Ramón.....	200
Ilustración 141: Impacto de la Saturación en la velocidad del vehículo BRT.....	202
Ilustración 142: Mejoras entre la Interfaz vehículo-estación para mejorar el tiempo de abordaje y salida del bus	203
Ilustración 143: Vista del Corredor CIVO con implementación del sistema de BRT.....	205
Ilustración 144: Vista de Estaciones del sistema BRT para el corredor en estudio	206
Ilustración 145: Ubicación de Intersecciones del CIVO.	207
Ilustración 146: Ubicación de Intersecciones del CIVO.	208
Ilustración 147: Tipos de Intersecciones para diferentes volúmenes de tránsito.....	209
Ilustración 148: Diagrama de Movimiento Intersección Ruta Nacional 1-CIVO.	210
Ilustración 149: Diseño geométrico de Intersección Ruta Nacional 1-CIVO.	211
Ilustración 150: Vista en 3 dimensiones de la Intersección Ruta Nacional 1-CIVO.....	212
Ilustración 151: Diagrama de Movimiento Intersección San Rafael.....	213
Ilustración 152: Diseño geométrico de Intersección San Rafael.	214
Ilustración 153: Vista en 3 dimensiones de la Intersección San Rafael.	215
Ilustración 154: Diagrama de Movimiento Intersección Jesús María.	216
Ilustración 155: Diseño geométrico de Intersección Jesús María	217

Ilustración 156: Vistas en 3 dimensiones de la Intersección Jesús María.	218
Ilustración 157: Diagrama de Movimiento Intersección Ceiba.....	219
Ilustración 158: Diseño geométrico de Intersección Ceiba.....	221
Ilustración 159: Vistas en 3 dimensiones de la Intersección Ceiba.....	221
Ilustración 160: Diagrama de Movimiento Intersección CIVO-Ruta Nacional 757.	222
Ilustración 161: Diseño geométrico de Intersección Civo-Ruta Nacional 757	224
Ilustración 162: Vistas en 3 dimensiones de la Intersección Civo-Ruta Nacional 757.....	224
Ilustración 163: Diagrama de Movimiento Intersección Acceso Aeropuerto.	225
Ilustración 164: Diseño geométrico de Intersección Acceso Aeropuerto.	227
Ilustración 165: Vistas en 3 dimensiones de la Intersección Acceso Aeropuerto.	227
Ilustración 166: Mapa de ubicación de la Intersección Rutas Nacional 156, 135 y 703.....	228
Ilustración 167: Diseño geométrico de Intersección Rutas Nacionales 156, 135 y 703.....	229
Ilustración 168: Rotonda Intersección Rutas Nacional 156, 135 y 703.	229
Ilustración 169: Rotonda Intersección Rutas Nacional 156, 135 y 703.	230
Ilustración 170: Gráfico de Porcentaje de Costos de construcción por tipo de infraestructura.....	273
Ilustración 171: Gráfico de Porcentaje de Costos de construcción por tipo de infraestructura.....	273

RESUMEN

En los últimos años los usuarios de las carreteras de Costa Rica han sido víctimas del congestionamiento vial debido a diferentes causas, entre ellas el rezago de la infraestructura vial, crecimiento exponencial de la cantidad de vehículos privados, la carencia de medios de transportes eficientes y alternativos, la falta de una red vial redundante y resiliente a riesgos a desastres naturales, por lo que nuestro país requiere un cambio de paradigma en el desarrollo de su planificación urbana e infraestructura vial, en especial cuando en una ciudad se prevé el establecimiento de una nueva instalación de transporte aéreo.

En la necesidad de atender la demanda aeroportuaria, el Estado Costarricense identificó la necesidad de construir el denominado “Aeropuerto Internacional Metropolitano”, el cual según estudios de emplazamiento y el Plan Maestro del Aeropuerto se ubicará en el cantón de Orotina de la Provincia de Alajuela, por lo que motiva la necesidad de mejorar la infraestructura vial existente, por ejemplo la ampliación de la Ruta Nacional 27, así como la construcción de un nuevo corredor vial que conecta el cantón de Orotina con el cantón de San Ramón, denominado Corredor de Interconexión Vial Occidente (CIVO).

Debido a lo anterior, en este trabajo se estudió la infraestructura vial requerida para garantizar la adecuada comunicación del Aeropuerto Internacional Metropolitano con el cantón de San Ramón. En donde se determina que la opción más atractiva para los viajeros y para la población circundante es la construcción de carriles de vehículos mixtos, más la implementación de un sistema llamado *Bus Rapid Transit* (BRT) o Autobuses de Tránsito Rápido, el cual ha sido implementado con éxito en Latinoamérica por su bajo costo y la capacidad de transporte de pasajeros que puede lograrse.

En este estudio se identificó el trazo vial técnicamente factible para comunicar el cantón de San Ramón con el cantón de Orotina, en el cual se utilizó la normativa del “Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras con enfoque de gestión de Riesgo y Seguridad Vial”, sistemas de información geográfica y se apoyó en los programas InfraWorks y Civil 3D, los cuales son programas para el diseño geométrico vías de la empresa Autodesk®.

Se determina los principales riesgos a desastres naturales presentes en el corredor vial mediante Sistemas de Información Geográfica y la metodología del Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (Mideplan). Se proponen medidas de reducción del riesgo a deslizamiento de tierra e inundación, las cuales están presentes a en el recorrido por este corredor vial.

Por último, se obtuvo una estimación de los costos asociados a la construcción de la propuesta de infraestructura vial más viable, a partir del cálculo de cantidades y los precios unitarios disponibles, actualizados al año 2021 de los contratos de Conservación Vial del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) y del proyecto para la construcción de la ampliación de la carretera Limonal- Cañas, contratado por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT).

Palabras clave: Autobuses de Tránsito Rápido, BRT, intermodalidad sistemas de transporte, riesgos a amenazas naturales, infraestructura vial, Corredor de Interconexión Vial Occidente, diseño geométrico de vías, costos.

ABSTRACT

Road users have been affected by the traffic jams in Costa Rica due to different causes in the last years, such as road infrastructure lag, exponential growth of private vehicles quantity, lack of efficient and alternative means of transportation, lack of a redundant and resilient road system to natural disasters risks. For this reason, our country requires a paradigm change in its urban and infrastructure roads development, specifically when it is foreseen the establishment of a new installation of the air transport in a city.

The Costa Rican state identified the need of the construction so called “Metropolitan International Airport” in the need of attending to the airport demand, it will be located in Orotina in the Alajuela province according to the location and the master plan analysis. It causes the need to improve the current road infrastructure. For example: national route 27 extension as well as the construction of a new road corridor that connects Orotina and San Ramon, so called West Road Interconnection Corridor (CIVO).

Due to the above, in this study it was studied the road infrastructure required to guarantee the right connection between the Metropolitan International Airport and San Ramon, where it is determined that the most attractive option for the travelers and the surrounding population is the constructions of mixed vehicles lane and the implementation of a system called Bus Rapid Transit (BRT) or fast transit buses, in which it has been implemented successfully in Latin America because of its low cost and the capacity of passengers transportation that can be reached.

In this study, it was identified the technical feasibility to join San Ramón and Orotina using the Central American Manual of Standards for the Geometric Design of Roads with a Risk Management and Road Safety Approach regulations from SIECA, geographic information system and the supported by InfraWorks and Civil 3D that are programs for the geometric design of roads from the company Autodesk®.

The main risks to natural disasters that are in the road corridor through the geographic information systems and the Ministry of National Planning and Economic Policy (Mideplan) methodology are determined. Some measures as the reduced risk of landslide and flooding are proposed, which appear in the route to the road corridor.

Finally, an estimate of the construction costs related to the most viable infrastructure proposal was obtained from calculation of quantities and unit prices available, updated until 2021 of the Road Maintenance of the National Highway Council (CONAVI) contracts and the project for the construction of the road Limonal-Cañas extension hired by the Ministry of Public Works and Transportation (MOPT).

Key words: Fast Transit Buses, BRT, transport system intermodality, risk to natural threats, road infrastructure, West Road Interconnection Corridor, geometric roads design, costs.

INTRODUCCIÓN

El “Corredor de Interconexión Vial Occidente” (CIVO) se denomina a la ruta que comunicará el Aeropuerto Internacional Metropolitano, que se ubicará en el Cantón de Orotina, con el Cantón de San Ramón. Este corredor vial pretende dar conexión directa a los cantones de la zona norte, zona atlántica y de la zona occidental del país, con la zona económica de la nueva terminal aeroportuaria.

Este corredor vial nace a partir de los impactos negativos identificados por la consultora Mott Macdonald en el año 2017 en los estudios para el desarrollo de este Aeropuerto, los cuales fueron contratados por el Estado Costarricense. En ese estudio se visualiza que el desarrollo de un Aeropuerto Internacional en el Cantón de Orotina causará afectación a la infraestructura vial existente y a la población de los cantones vecinos al Aeropuerto, por lo que en dicho estudio se propone como solución realizar obras de ampliación en la Ruta Nacional 27, mejoras en las rutas nacionales 131, 137, 622, 755, 713; y la construcción del “Corredor de Interconexión Vial Occidente”.

En razón, que a la fecha no se cuenta con estudios en la fase de pre-inversión del proyecto CIVO (perfil, prefactibilidad y factibilidad), se identifica la necesidad del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) de tener una factibilidad técnica de la infraestructura vial requerida, para comunicar el nuevo Aeropuerto con el Cantón de San Ramón, lo anterior con el objetivo que sirva de base para la toma de decisiones en las siguientes fases del ciclo de vida de este proyecto.

La importancia de este proyecto radica en que el desarrollo de una carretera, en este caso en especial el CIVO, requiere de estudios de pre-inversión en donde no solamente se disponga de carriles pavimentados para vehículos mixtos y sistemas de evacuación de aguas de escorrentía; sino además considere la gestión de riesgos a desastres naturales, la integración de los sistemas de transporte público, aéreo y modos de transporte no motorizados (peatones y bicicletas), con el fin de tener una movilidad urbana eficiente, rápida, resiliente y con redundancia.

Este proyecto de investigación tiene como objetivo general “Determinar la infraestructura vial requerida para garantizar la adecuada comunicación entre el Aeropuerto Internacional Metropolitano con el cantón de San Ramón, mediante la aplicación de conceptos de gestión de riesgos a desastres naturales y la incorporación de conceptos de intermodalidad de los sistemas de transportes, con el fin de aumentar la capacidad vial, reducir los riesgos a desastres naturales y generar redundancia en la red vial nacional en esa región”.

Con esta investigación se explora el entorno donde se desarrollará el CIVO, desde su topografía hasta las posibles amenazas naturales presentes. Se determina las características geométricas requeridas, por ejemplo: la trayectoria del alineamiento, cantidad de carriles, pendientes máximas, estructura de pavimentos, entre otros. Se estudia la infraestructura vial requerida para lograr intermodalidad entre los sistemas de transporte, por lo que en esta investigación se estudió el sistema llamado *Bus Rapid Transit* (BRT) o Autobuses de Tránsito Rápido, la movilidad peatonal y movilidad del ciclista; y por último con esta investigación se determina el costo de esta propuesta de infraestructura vial. Todo lo anterior, con el fin de dilucidar la magnitud de las obras requeridas para comunicar el Aeropuerto de Orotina con el Cantón de San Ramón de una manera eficiente.

Este documento se compone de cinco capítulos, donde se describen los diversos aspectos teóricos y metodológicos que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de la investigación, así como los principales resultados obtenidos.

En el capítulo 1 se presenta las generalidades de la investigación, en donde se expone los antecedentes de la investigación, la problemática, su justificación, los objetivos, alcances y limitaciones que se presentaron.

El capítulo 2 constituye el marco teórico, donde se hace un análisis de la bibliografía consultada sobre cada tema desarrollado, se analizan y evalúan las principales fuentes de información.

En el capítulo 3 se detalla la metodología seguida en la investigación. Aquí se describe cada uno de los pasos que se siguieron para el logro de los objetivos. Los métodos, las técnicas y las estrategias de investigación utilizadas se reseñan en este capítulo. Se explican todas las labores realizadas y la manera en que los resultados se procesaron para lograr cada uno de los objetivos.

En el capítulo 4 se describen y analizan los resultados obtenidos en la investigación realizada, se presentan las tablas, los mapas, las ilustraciones, los gráficos y demás información proveniente de los diferentes resultados obtenidos de cada actividad ejecutada, los cuales se utilizan para diseñar el “Corredor de Interconexión Vial Occidente” en el programa Civil 3D e InfraWorks.

Para finalizar, en el capítulo 5 se presenta las conclusiones y recomendaciones obtenidas de este estudio.

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes

El Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT) es el responsable de regular y controlar el transporte, así como de ejecutar obras de infraestructura del sector transporte. Lo anterior con la colaboración del Consejo Nacional de Vialidad (Conavi), el cual es la institución pública de desconcentración máxima adscrito al MOPT, dedicada a planear, programar, administrar, financiar, ejecutar y controlar la conservación y la construcción de la red vial nacional de Costa Rica.

En el año 2017, se presentó por parte de la consultora Mott Macdonald, los estudios de emplazamiento y el Plan Maestro del “Aeropuerto Internacional Metropolitano”, el cual se ubicará en el cantón de Orotina Provincia de Alajuela. Este Aeropuerto nace por la necesidad de contar en Costa Rica con un aeropuerto internacional, con capacidad de atender la demanda en los años venideros, esto debido a que el Aeropuerto Internacional Juan Santamaría, el más importante del país, está limitado operacionalmente debido a su ubicación contiguo a la Ruta Nacional 1 y el desarrollo urbano desordenado de la zona.

En este estudio se identificó la necesidad de realizar mejoras en la infraestructura vial actual, así como la construcción de un nuevo corredor vial denominado "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO), ya que estos accesos son fundamentales para la viabilidad de la construcción del Aeropuerto (Mott MacDonald, 2017), la cual está en sintonía con la Política Nacional de Desarrollo Urbano (2018-2030), en donde se indica que, para el establecimiento de una nueva infraestructura aeroportuaria o marítima, se requiere considerar el impacto que generará ésta sobre el entorno urbano circundante, con el fin de tomar medidas requeridas para minimizar los impactos negativos sobre la vida urbana, y a la vez maximizar las posibles externalidades positiva creadas.

Además, es importante indicar que el PNT 2011-2035 no considera entre sus necesidades la incorporación de la construcción del “Aeropuerto Internacional Metropolitano”, esto en razón a que esta necesidad surge después de publicado este plan.

El sistema vial de Costa Rica según la Ley General de Caminos Públicos está conformado por diferentes tipos de carreteras como es la Red Vial Nacional y la Red Vial Cantonal. La primera se clasifica en tres niveles jerárquicos: redes primaria, secundaria y terciaria. A su vez, la Red Vial Cantonal está clasificada en otros tres niveles jerárquicos: caminos vecinales, calles locales y caminos públicos no clasificados.

En adición a lo anterior, el Plan Nacional de Transporte (PNT 2011-2030) reagrupa de manera funcional este sistema vial en dos tipos de vías la “Red Vial Estratégica”, la cual es por donde circula la mayor parte del tránsito tanto nacional como internacional, y la “Red Vial Complementaria” la cual es la responsable de garantizar la conectividad final.

La Red Vial Estratégica está conformada por la “Red de Alta Capacidad” y los “Distribuidores Regionales”. La Red de Alta Capacidad se caracterizan por tener velocidades de proyecto de 120 km/h, pendientes longitudinales máxima de 6%, derechos de vía de 24, 32 hasta 48 metros. Entre la Red de Alta Capacidad tenemos los siguientes corredores:

- Corredor del Pacífico: Peñas Blancas-Liberia-Caldera-Paso Canoas.
- Corredor Norte-Caribe: Peñas Blancas-San Carlos-Moín- Limón-Sixaola.
- Corredor Interoceánico Central: Caldera-San José-Moín-Limón.
- Eje Interior Norte: Las Tablillas-San Carlos-San José.
- Eje Interior Sur: San José-Pérez Zeledón-Paso Canoas.

Los Distribuidores Regionales son las rutas que conectan transversalmente la Red de Alta Capacidad. Estos corredores desarrollan la conexión básica que completa la cobertura territorial estratégica, el objetivo de estos corredores es estrechar las relaciones funcionales entre los corredores, creando una malla de alta

capacidad. Estos Distribuidores se caracterizan por tener velocidades de proyecto de 100 km/h, pendientes longitudinales máxima de 6%, derechos de vía de 11 y 15 metros.

Según los estudios de emplazamiento y el Plan Maestro del “Aeropuerto Internacional Metropolitano” el cual data del año 2017, las obras viales requeridas son las siguientes:

- La ampliación de la ruta nacional 27, José María Castro Madriz.
- La construcción del “Corredor de Interconexión Vial Occidente”.
- El mantenimiento y mejoras a las rutas nacionales 131, 137, 622, 755, 713.

El "Corredor de Interconexión Vial Occidente" tiene como objetivo dar conexión de la ruta nacional 1 (Bernardo Soto) a la altura de San Ramón de Alajuela, con la ruta nacional 27 (José María Castro Madriz) a la altura de Pozón de Orotina, esto con el fin de conectar en el futuro la región Huetar Norte y Atlántica, a través del corredor Norte-Caribe, la ampliación de la Ruta Nacional 35 (Sifón-la Abundancia), Ruta Nacional 141 (Naranjo-Zarcero-Ciudad Quesada) y 702 (San Ramón-Bajo Rodríguez), con la nueva infraestructura aeroportuaria.

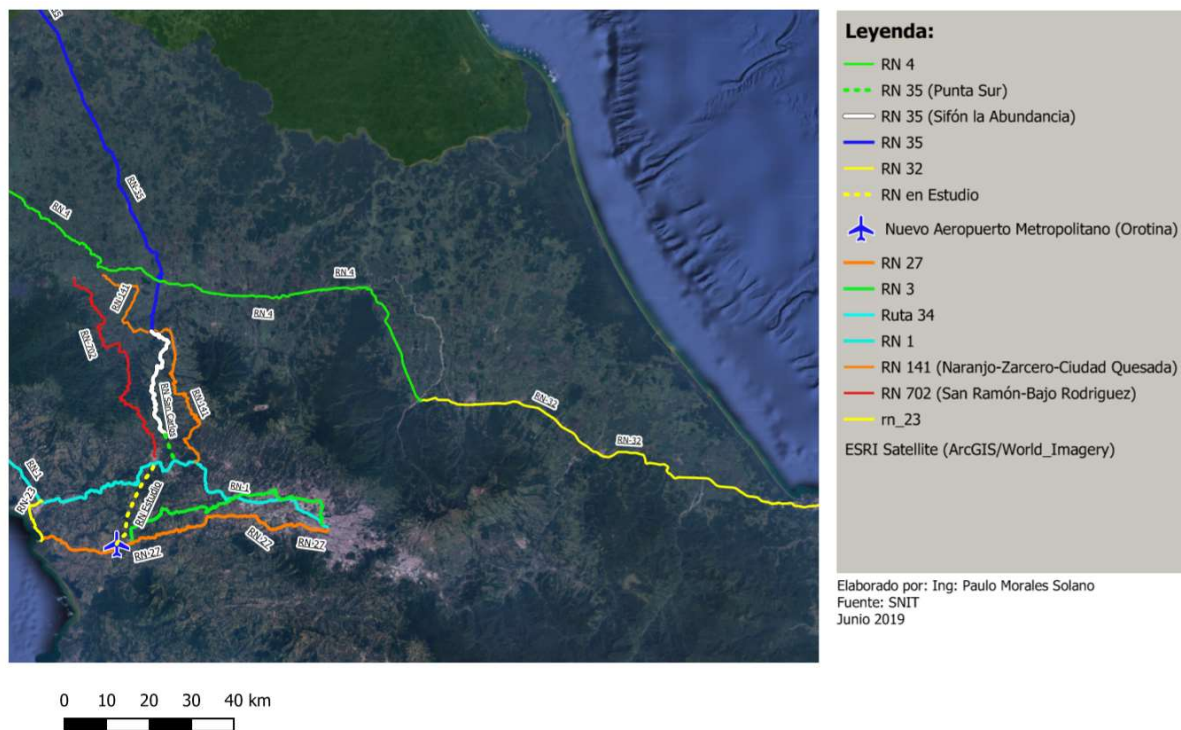


Ilustración 1: Mapa ubicación Aeropuerto, Área de estudio y Rutas Nacionales.

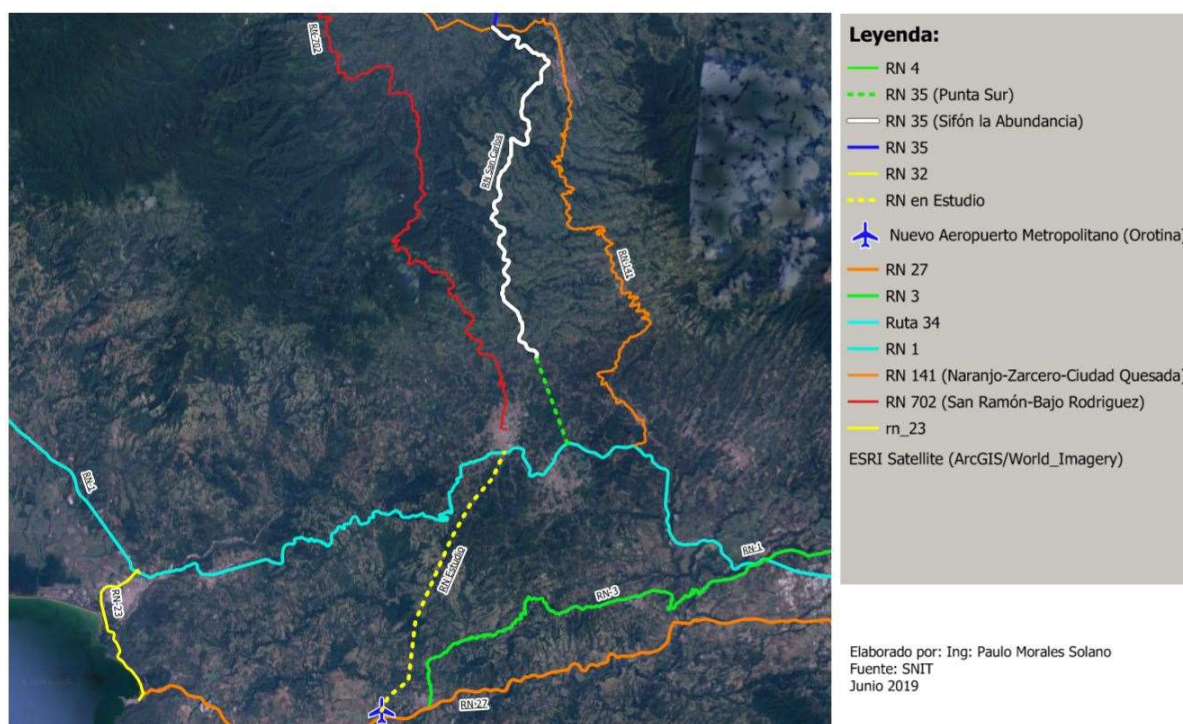


Ilustración 2: Mapa ubicación Aeropuerto, Área de estudio y Rutas Nacionales.

Por otra parte, la Política Nacional de Desarrollo Urbano (2018-2030), indica que la infraestructura vial a construir en el área de influencia del nuevo aeropuerto debe planificarse con la visión de integrar los sistemas de transporte público, aéreo y modos de transporte no motorizado, con el fin de tener una movilidad urbana eficiente, rápida y con redundancia en los cantones vecinos al aeropuerto.

Según entrevista realizada a las jefaturas de Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT) encargadas de la planificación sectorial y del diseño geométrico de vías, actualmente se carece de alguna propuesta de diseño de la infraestructura vial para comunicar el Aeropuerto de Orotina con el Cantón de San Ramón que incluya la intermodalidad de los sistemas de transporte, por lo que para este Ministerio es importante contar con la factibilidad técnica, análisis de afectación de las amenazas naturales y los posibles costos de construcción de la infraestructura vial requerida, lo cual aportaría información valiosa para la toma de decisiones para las etapas de anteproyecto, diseño, financiamiento y construcción.

1.2. Planteamiento del problema

El Ministerio de Obras Pública y Transportes tiene la incertidumbre del costo y del tipo de infraestructura vial requerida, para brindar una adecuada comunicación entre el “Aeropuerto Internacional Metropolitano” ubicado en Orotina con el Cantón de San Ramón, el cual es provocado por la falta de un estudio técnico a nivel de factibilidad de la infraestructura vial requerida. Este estudio debe considerar conceptos de intermodalidad de los sistemas de transporte y gestión de riesgos a desastres naturales.

El no tener certeza de la infraestructura vial requerida y su costo, provocará en el MOPT una posible mala toma de decisiones en las etapas de diseño, financiamiento y construcción, que pone en riesgo el buen funcionamiento del sistema vial, afectando la competitividad del país y a la población vecina del aeropuerto de Orotina.

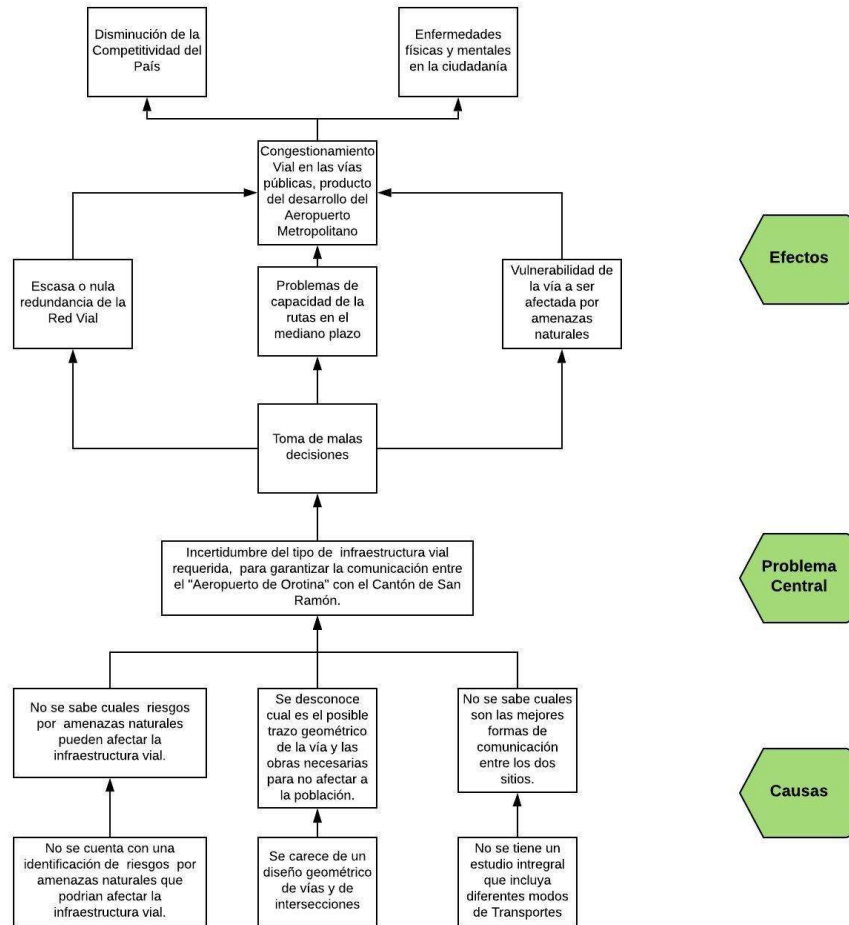


Ilustración 3: Árbol de Problemas

1.3. Justificación del Estudio

En los últimos años los usuarios de las carreteras de Costa Rica han sido víctimas del congestionamiento vial, producto del rezago de la infraestructura por décadas, esto debido a la falta de planificación y demora en las inversiones en el sector transporte. El carecer de alternativas de modos de transporte interconectados, falta de redundancia en la red vial, capacidad de las rutas alternas, ha desencadenado el colapso de la red vial del país, el cual se magnifica con la ocurrencia de accidentes de tránsito, derrumbes en la carretera, inundaciones, o simplemente por transitar en las horas de mayor tránsito vehicular.

Por lo que, en la actualidad es imperativo la realización de estudios de pre-inversión (perfil, prefactibilidad y factibilidad) en proyectos de infraestructura vial, con la integración de conceptos de intermodalidad de los sistemas de transporte y gestión de riesgos a desastres naturales, con el fin de transportar la mayor cantidad de personas de forma eficiente.

Las mejoras de la infraestructura vial en los alrededores de la nueva terminal aérea son primordiales, ya que la omisión en su mejora es evidente que impactará negativamente la condición actual de las carreteras; y por ende a la población establecida, por ejemplo: en los cantones de Orotina, San Mateo, Puntarenas y Palmares (Mott MacDonald, 2017), razón que ha motivado a la investigación y a su estudio en detalle, como medio estratégico para aumentar la competitividad del país. Esta infraestructura deberá cumplir con la

normativa nacional de diseño geométrico de vías y garantizar la integración de modos de transporte (Consejo Nacional de Planificación Urbana, 2018).

Además, a esta nueva vía de comunicación se debe realizar un análisis de amenazas naturales en la fase de pre-inversión, ya que se ha comprobado que la infraestructura vial, es la más vulnerable a la afectación por amenazas naturales de todos los sectores de la economía. Se sabe que desde 1988 al 2013 las pérdidas por desastres naturales acumuladas en Costa Rica alcanzan 2.124 millones de dólares contantes del 2013, en donde el sector vial representa el 35% de esta cifra (MIDEPLAN, 2014). Por lo que la identificación y estudio de las amenazas y vulnerabilidades en etapas previas al diseño del proyecto es esencial para la toma de decisiones de las fases posteriores, como por ejemplo para la contratación de profesionales especialistas en geología, vulcanología y geotecnia.

El rezago de las inversiones en el sector transporte por décadas, asociado con el aumento exponencial de la flotilla vehicular del país y la falta de medios de transporte eficientes alternativos, ha originado la condición estresante y de angustia que habitualmente se vive en las carreteras. Por lo que es necesario la realización de la factibilidad técnica de la infraestructura vial requerida en los alrededores del “Aeropuerto Internacional Metropolitano” considerando conceptos de gestión de riesgos a desastres naturales y conceptos de intermodalidad de los sistemas de transportes, con el fin de ser más eficientes en el transporte de personas y mercancías.

1.4. Objetivos

Objetivo General:

Determinar la infraestructura vial requerida para garantizar la adecuada comunicación entre el Aeropuerto Internacional Metropolitano con el cantón de San Ramón, mediante la aplicación de conceptos de gestión de riesgos a desastres naturales y la incorporación de conceptos de intermodalidad de los sistemas de transportes, con el fin de aumentar la capacidad vial, reducir los riesgos a desastres naturales y generar redundancia en la red vial nacional en esa región.

Objetivos Específicos:

1. Analizar con la metodología de análisis de amenazas naturales para proyectos de inversión pública de MIDEPLAN el trazado vial.
2. Identificar el posible trazo vial técnicamente factible.
3. Estudiar la infraestructura vial más adecuada para comunicar el Aeropuerto de Orotina con la ciudad de San Ramón, aplicando conceptos de intermodalidad de los sistemas de transportes, sistema BRT, automóviles y ciclovías.
4. Determinar el costo de la propuesta de infraestructura vial del corredor en dos escenarios, y a partir de los resultados obtenidos, escoger la opción más viable.

1.5. Alcance y limitaciones

1.5.1. Alcances

- Se realizará la identificación de las amenazas naturales y se determinará el riesgo que podría afectar la construcción y operación de la infraestructura vial, empleando la “Metodología de análisis de amenazas naturales para proyectos de inversión pública en etapa de perfil”, con el fin de reducir la vulnerabilidad de la infraestructura vial.

- Se determinará el trazo vial menos vulnerable a desastres naturales que cumplan con la normativa nacional, con la utilización del programa Civil 3D.
- Se presentará propuestas de medidas para reducir la vulnerabilidad a desastres naturales.
- Se presentará propuestas infraestructura vial requerida para la integración de modos de transporte.
- Se determinará los costos de construcción de dos posibles alternativas de pavimentos en los carriles mixtos, con el fin de escoger la más económicamente viable.
- Se determinará los costos de construcción de la propuesta de infraestructura vial técnicamente factible.

1.5.2. Limitaciones

Debido a que el proyecto se encuentra en la fase de factibilidad, el estudio técnico se realizará con la utilización de información cartográfica de los sistemas de información geográfica del Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) y de la Comisión Nacional de Emergencias (CNE), así como el modelo digital de terreno suministrado por el programa InfraWorks de Autodesk®, por lo que los resultados que se obtendrán son aceptables para esta fase de factibilidad, no así para la fase de diseño.

Además, debido a que la estimación de costos se realizará con información secundaria de proyectos similares de Dirección de Costos de Vías y Puentes del CONAVI y el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, existe un margen de incertidumbre con respecto al costo real del proyecto, por las características propias de cada proyecto como, por ejemplo: topografía, año de ejecución y condiciones del mercado.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Definición y componentes de un estudio de Factibilidad.

La pre-inversión es la primera fase del ciclo de vida de un proyecto, en esta etapa se realiza todos los estudios y estimaciones tendentes a determinar la factibilidad y viabilidad de los proyectos, en esta se dan todos los elementos necesarios y suficientes para la toma de decisiones referidas al futuro proyecto (Rosales Posas, 2008).

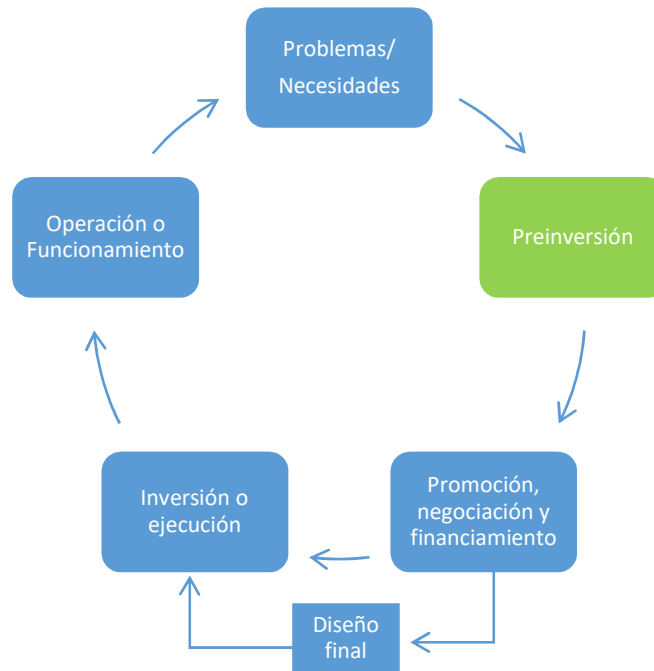


Ilustración 4: Ciclo de vida de un proyecto.

Fuente: (Rosales Posas, 2008)

La pre-inversión de un proyecto tiene cuatro subprocesos: identificación del proyecto, perfil, prefactibilidad y factibilidad, en los cuales se van elaborando dependiendo del nivel de incertidumbre de la pre-inversión. La diferencia entre estos subprocesos es el nivel de información, profundidad del análisis y la incorporación de otras variables en el marco de esos ejes temáticos.

Un estudio de pre-inversión a nivel de perfil, prefactibilidad y factibilidad contiene la siguiente información:

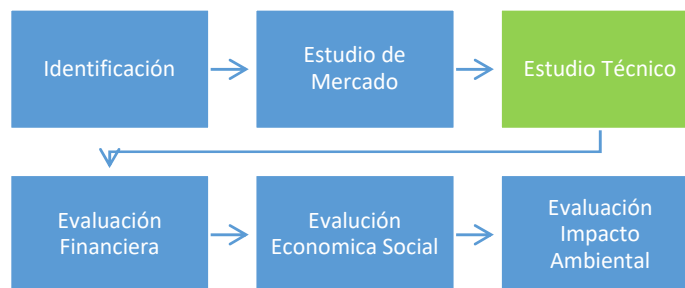


Ilustración 5: Contenidos de un documento de perfil, prefactibilidad y factibilidad de un proyecto

Fuente: (Rosales Posas, 2008)

Según (Rosales Posas, 2008) un proyecto a nivel de factibilidad “es un documento completo con toda la información y análisis sobre las variables del proyecto, contempla un análisis de todos los escenarios en que podría actuar el proyecto, desde el punto de vista de su evaluación incorpora todos los indicadores financieros, económicos y ambientales, un análisis de sensibilidad sobre las variables más críticas e incertidumbres para visualizar su comportamiento y posible viabilidad. Es un documento completo con el nivel aceptable de incertidumbre y facilita al gerente la toma de decisiones sobre el proyecto”.

El estudio técnico permite analizar y proponer las diferentes opciones tecnológicas para producir el bien o servicio que se requiere, verificando la factibilidad técnica de cada una de ellas (MIDEPLAN, 2012). Por lo que en este estudio se identifica la infraestructura e instalaciones necesarias para el proyecto, y por lo tanto se obtienen los costos de inversión y capital de trabajo requerido, así como los costos de operación.

2.2. Gestión de Riesgos a desastres naturales

La infraestructura vial en Costa Rica es el sector con mayores pérdidas económicas a causa del impacto de fenómenos naturales, esto debido a muchos factores como por ejemplo un mal diseño, crecimiento urbano desordenado, deforestación y cambio climático.

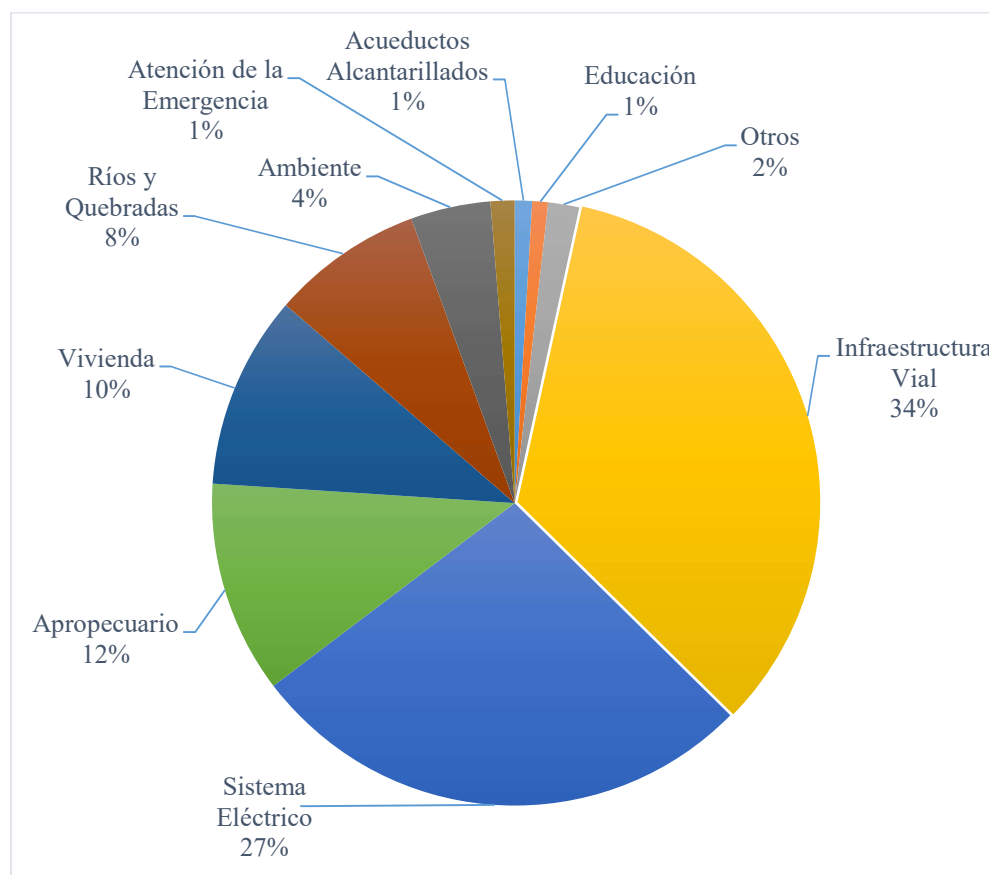


Ilustración 6: Distribución de las pérdidas por sector por el impacto de fenómenos naturales, Periodo 2005-2011

Fuente: (Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias, 2015)

2.2.1. Amenaza

Con respecto al concepto de “amenaza” esta la podemos definir como el “peligro latente representado por la posible ocurrencia de un fenómeno peligroso, de origen natural, tecnológico o provocado por el hombre, capaz de producir efectos adversos en las personas, los bienes, los servicios públicos y el ambiente” (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 1999). Las amenazas pueden ser naturales, socio-naturales y antrópica (ocasionadas por el hombre).

Amenaza natural

Se define como “aquel peligro latente asociado con la posible manifestación de un fenómeno físico cuyo origen se encuentra asociado a la ocurrencia de procesos naturales de transformación y modificación de la tierra y el ambiente”; entre esta amenazas tenemos por ejemplo, un terremoto, una erupción volcánica, un tsunami o un huracán y cuya ocurrencia puede ocasionar la muerte o lesiones a seres vivos, daños materiales o interrupción de la actividad social y económica en general. (CEPRENAC, 2012)

Las amenazas naturales se clasifican de acuerdo con su origen: terrestre, atmosférico, o biológico (en la biosfera) permitiendo identificar entre otras las amenazas geológicas, geomorfológicas, climatológicas, hidrometeorológicas, oceánicas y bióticas.

Nacionales

Centroamérica pierde \$1.000 mills. por año en infraestructura A causa de inundaciones y fenómenos naturales



Ilustración 7: Fotografía noticia presentación del Manual de consideraciones técnicas, hidrológicas e hidráulicas para la Infraestructura Vial en Centroamérica

Fuente: (Diario Extra, 2017)

Amenaza socio-natural

Se define como el “peligro latente asociado con la probable ocurrencia de fenómenos físicos, cuya existencia, intensidad o recurrencia se relaciona con procesos de degradación o transformación ambiental y/o de intervención humana en los ecosistemas”. Dentro de estas amenazas por ejemplo tenemos, las inundaciones y deslizamientos resultantes de, o incrementados o influenciados en su intensidad, por procesos de deforestación y deterioro de cuencas; erosión costera por la destrucción de manglares; inundaciones por falta de adecuados sistemas de drenaje de aguas pluviales, deslizamientos en áreas urbanas o rurales por el trazado y construcción de vías o el asentamiento de viviendas en zonas de ladera.



Ilustración 8: Deslizamiento ocurrido sobre Ruta Nacional 2, entre Cartago y Pérez Zeledón, durante la tormenta Nate.

Fuente: (La Nación, 2017)

Amenaza antrópica

Se define como el “peligro latente generado por la actividad humana en la producción, distribución, transporte y consumo de bienes y servicios y en la construcción y uso de infraestructura y edificios” (CEPRENAC, 2012). Comprende una gama amplia de peligros como, por ejemplo: las distintas formas de contaminación de aguas, aire y suelos, los incendios, las explosiones, los derrames de sustancias tóxicas, los accidentes en los sistemas de transporte, la ruptura de presas de retención de agua.

Vulnerabilidad.

La “vulnerabilidad” se define como la “condición intrínseca de ser impactado por un suceso a causa de un conjunto de condiciones y procesos físicos, sociales, económicos y ambientales. Se determina por el grado de exposición y fragilidad de los elementos susceptibles de ser afectados la población, sus haberes, las actividades de bienes y servicios, el ambiente y la limitación de su capacidad para recuperarse” (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 1999).



Ilustración 9: Componentes de la Vulnerabilidad.

Fuente: (Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias, 2015)

Riesgo.

El riesgo se define como la “probabilidad de que se presenten pérdidas, daños o consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un periodo definido. Se obtiene al relacionar la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos” (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 1999). Es decir, el riesgo es la combinación de la amenaza con la vulnerabilidad en nuestro caso de la infraestructura vial.

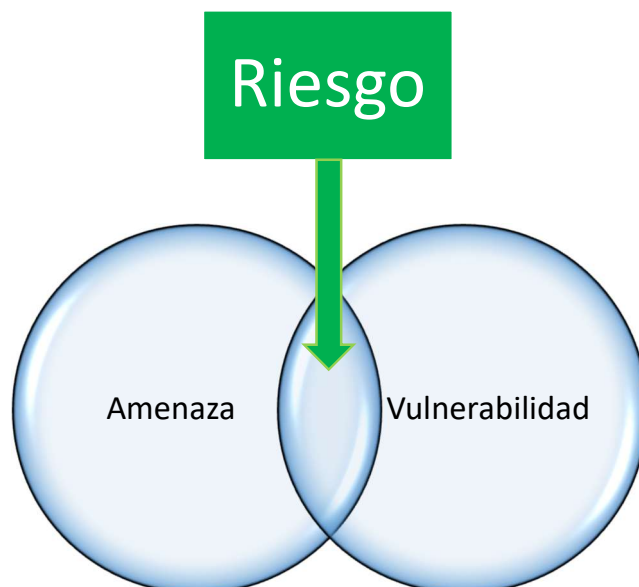


Ilustración 10: Definición de Riesgo.

2.2.2. Gestión de Riesgos

La gestión del riesgo se define como el “proceso mediante el cual se revierten las condiciones de vulnerabilidad de la población, los asentamientos humanos, la infraestructura, así como de las líneas vitales, las actividades productivas de bienes y servicios y el ambiente. Es un modelo sostenible y preventivo, al que incorporan criterios efectivos de prevención y mitigación de desastres dentro de la planificación territorial, sectorial y socioeconómica, así como a la preparación, atención y recuperación ante las emergencias” (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica, 1999).

También se puede definir como el “conjunto de decisiones administrativas, de organización y conocimientos operacionales desarrollados por sociedades y comunidades para implementar políticas, estrategias y fortalecer sus capacidades a fin de reducir el impacto de amenazas naturales y de desastres ambientales y tecnológicos consecuentes” (CEPRENAC, 2012).

Para realizar la identificación de las amenazas naturales y la evaluación de su vulnerabilidad en proyectos de inversión pública, el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN), la Comisión Nacional de Emergencias (CNE) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) elaboraron la “Guía Metodológica de análisis de amenazas naturales para proyectos de inversión pública en etapa de perfil”, el cual a nivel nacional es el instrumento más conocido para evaluar los riesgos por desastres naturales a nivel de pre-inversión.

2.3. Intermodalidad de Sistemas de Transportes.

Se ha comprobado que el transporte de vehículo privado demanda mucha cantidad de espacio por metro cuadrado por persona, comparada con otros medios de transporte (ver ilustración 11). De lo anterior, nace la necesidad de priorizar el transporte de carga masivo de pasajeros (buses y trenes) y la promoción de movilidad no motorizada, con el objetivo de procurar que la movilidad y el transporte sean seguros, eficientes y sostenibles (Consejo Nacional de Planificación Urbana, 2018).

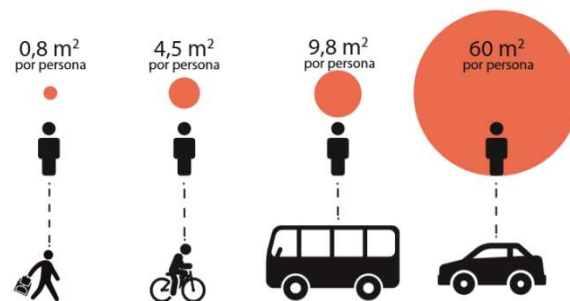


Ilustración 11: Espacio en metros cuadrado que ocupa una persona en transportarse en diferentes medios de transporte.

Fuente: (Acuña Leiva, 2016)

El concepto “Intermodal” surge en el transporte de mercancías, en el cual se combinan viajes terrestres y marítimos. La Comisión Legislativa del Transporte de la Unión Europea (CETM, 1997) define la intermodalidad como la característica de un sistema de transporte en la cual se utilizan de forma integrada de al menos dos modos de transporte diferentes para completar la cadena de traslado puerta a puerta.

2.3.1. Transporte Público.

El Sistema de Autobuses de Tránsito Rápido (*Bus Rapid Transit* o BRT) es un sistema basado en buses de alta calidad, que proporciona movilidad urbana rápida, cómoda y con un costo-beneficio favorable a través de la provisión de infraestructura segregada de uso exclusivo, operaciones rápidas y frecuentes, y excelencia en mercadeo y servicio al usuario/cliente (Wright & Hook, 2010)..

El transporte público masivo de pasajeros como los de autobuses de tránsito rápido (BRT, por sus siglas en inglés), han demostrado ser uno de los mecanismos con un costo-beneficio favorable para que las ciudades desarrollen rápidamente un sistema de transporte público que pueda complementar la red y ofrecer un servicio rápido y de alta calidad (Wright & Hook, 2010).

Según (Wright & Hook, 2010) un sistema de BRT normalmente va a costar de 4 a 20 veces menos que un sistema de tranvía o tren ligero (LRT) y de 10 a 100 veces menos que un sistema de metro. Como se muestra en la Ilustración 12 el BRT pueden alcanzar capacidades de 45,000 pasajeros/hora/sentido muy similar al sistema de Metro, a diferencia que el primero a un costo bajo (ver Ilustración 13).



Ilustración 12: Capacidades de los sistemas de transportes público.

Fuente: (Wright & Hook, 2010).

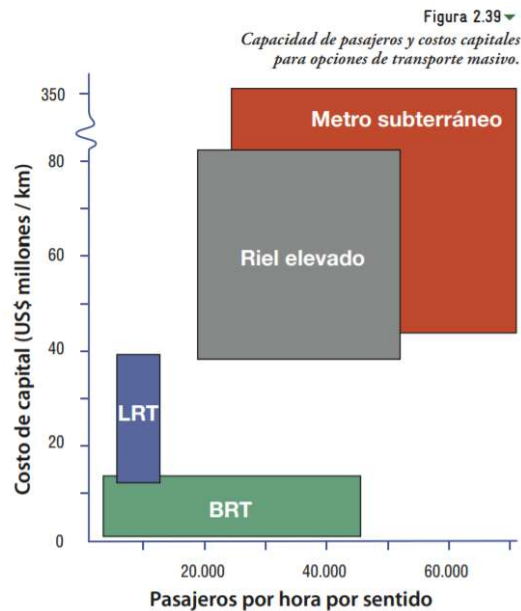


Ilustración 13: Capacidades de pasajeros y costos de inversión de sistemas de transportes masivos.

Fuente: (Wright & Hook, 2010).

El sistema BRT requiere un carril exclusivo que normalmente tiene un ancho de 3.5 metros, el cual es un carril segregado físicamente de los carriles de tráfico mixto. En la Ilustración 14 se muestra la sección transversal de un corredor con un sistema de BRT.

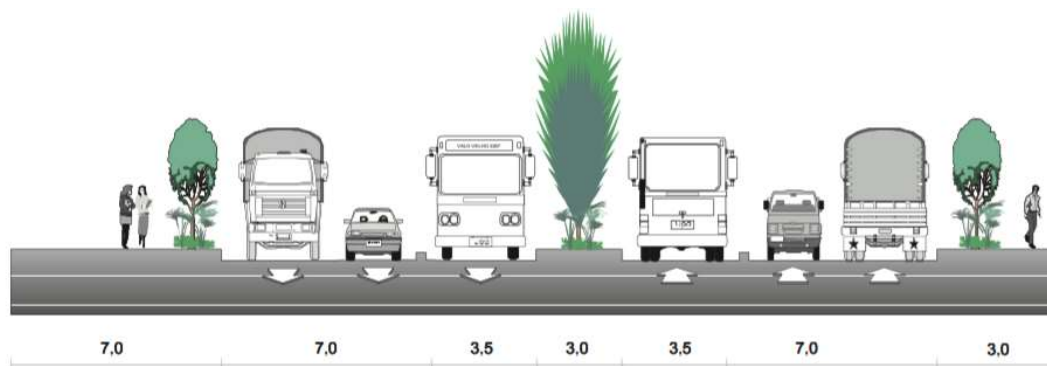


Ilustración 14: Sección típica de un corredor con carriles exclusivos para un sistema BRT

Fuente: (Wright & Hook, 2010).

Lograr un sistema de BRT de alta velocidad y capacidad depende de una variedad de características de diseño operacional, incluyendo bahías de parada múltiples en estaciones, servicios expresos y de parada limitada, vehículos articulados con varias puertas anchas, recaudo y verificación de tarifa fuera del vehículo, abordaje a nivel de plataforma, y la optimización de la distancia entre estaciones. En general, el cuello de botella para la mayoría de los sistemas BRT será la congestión vehicular en las estaciones (Wright & Hook, 2010).

La mayoría de los sistemas de BRT de alta calidad alcanzan velocidades comerciales de aproximadamente 23 a 30 kilómetros por hora. Además, para corredores de gran demanda los vehículos articulados de 160 pasajeros se han vuelto el estándar (ver Ilustración 15). En la siguiente tabla se muestra las dimensiones y la capacidad de los Autobuses utilizados en un sistema BRT.

Tabla 1: Capacidad de los vehículos para los corredores troncales

Tipos de vehículo	Longitud de vehículos, metros	Capacidad de pasajeros por vehículo
Bi-articulado	24	240-270
Articulado	18.5	120-170
Estándar	12	60-80
Mini-bus	6	25-35

Fuente: (Wright & Hook, 2010).



Figura 8.12
El vehículo articulado de 18,5 metros se ha convertido en el estándar en la mayoría de los sistemas de BRT.

Foto de Kangming Xu
<http://www.brtchina.org>

Ilustración 15: Autobús articulado de 18.5 metros de largo con 4 puertas de 1.10 metros

Fuente: (Wright & Hook, 2010).

Según (Wright & Hook, 2010) en el mundo solo existe dos sistemas de “BRT Completo”, en Bogotá (Colombia) y en Curitiba (Brasil). Un “BRT Completo” se define como un sistema con las siguientes características mínimas:

- Carriles segregados o carriles solo-bus a lo largo de la mayoría de los corredores troncales o de centro de la ciudad.
- Localización de los carriles en el carril central mas no en el carril lateral.
- Existencia de una red integrada de rutas y corredores.
- Estaciones mejoradas que son convenientes, cómodas, seguras y protegidas contra el clima.

- Estaciones que proporcionan acceso a nivel entre la plataforma y el piso del vehículo.
- Estaciones y terminales especiales que facilitan la integración física entre las rutas troncales, servicios de alimentación y otros sistemas de transporte masivo (si aplica).
- Recaudo y verificación de tarifa antes del abordaje.
- Integración física y tarifaria entre rutas, corredores y servicios de alimentadores.
- Entrada al sistema es restringida a operadores prescritos bajo una estructura de negocios y administrativa reformada (sistema cerrado).
- Identidad de mercadeo distintiva para el sistema.



Figura 8
El sistema TransMilenio en Bogotá ilustra claramente el potencial para proporcionar un nivel de calidad tipo metro en transporte masivo a través de BRT.

Foto cortesía de Volvo Bus Corporation

Ilustración 16: Sistema Transmilenio en Bogotá Colombia, BRT completo.

Fuente: (Wright & Hook, 2010).

Para estimar la capacidad del sistema se utiliza la siguiente ecuación:

$$Co = \frac{Nsp * X * 3600}{\left[\frac{Td * (1 - Dir)}{Cb} + (Ren * T1) \right]}$$

Co = Capacidad del Corredor, (pasajeros por hora punta por dirección o pphpd).

Nsp = Número de Bahías de parada, (adimensional).

X= Nivel de Saturación, (porcentaje).

Td =Tiempo de parada, (segundos).

Dir = Porcentaje de vehículos que prestan servicios de paradas limitadas o expresos, (porcentaje).

Cb = Capacidad del vehículo (pasajeros).

Ren = Tasa de renovación, (porcentaje).

T1 =Promedio de tiempo de abordaje y salida del bus por pasajero, (segundos).

Nivel de saturación

Se define como el porcentaje de tiempo que una bahía de parada es ocupada por un vehículo. Este término también se utiliza para describir una vía y, en particular, para referirse al grado en el cual el tráfico satura la capacidad de la vía (Wright & Hook, 2010). En general se recomienda que las estaciones deben estar a menos de 40% de saturación, de lo contrario, será más probable que la congestión aumente.

Factor o tasa de renovación

Se define como el número promedio de pasajeros que se encuentran en un vehículo, dividido por el número total de abordajes en una ruta determinada (Wright & Hook, 2010). Entre más bajo sea el factor de renovación más alta será la tasa de utilización del vehículo, sin importar los atributos físicos del autobús. Así, un alto número de abordajes y salidas del bus incrementa la capacidad efectiva del vehículo. Los corredores con factores de renovación muy bajos son extremadamente rentables, porque el mismo número de pasajeros totales pagos pueden ser transportados con menos buses.

Tiempo de espera en estación (tiempo de parada)

Es la cantidad de tiempo que un vehículo ocupa una bahía de parada. El tiempo que cada vehículo permanece detenido afecta la saturación de las bahías de parada. Este tiempo de espera se divide en “tiempo de abordaje”, “tiempo de salida del bus” y el “tiempo muerto”. Algunos factores que afectan el tiempo de espera son:

- El flujo de pasajeros.
- El número de puertas del vehículo.
- El ancho de puertas del vehículo.
- Las características del acceso (con escalones o a nivel)
- El espacio libre cerca de las puertas (tanto en el vehículo como en las estaciones)
- El sistema de control de apertura y cerrado de puertas.

Porcentaje de vehículos que prestan servicios de paradas limitadas o expresos

Es el porcentaje de viajes directos que el sistema brinda, estos viajes se realizan en un menor tiempo de viaje debido a que el vehículo no se detendrá varias estaciones, permitiendo al servicio ir entre puntos principales de origen y destino.

Tiempo de parada o de espera

El tiempo consiste en el tiempo que dura el vehículo en abrir y cerrar, acercarse y alejarse de las estaciones. Según (Wright & Hook, 2010) este tiempo se puede estimar a partir de la siguiente expresión:

$$Td = 10 + \frac{L}{6}$$

Td =Tiempo de parada (segundos).

L = Longitud de del Autobús (metros).

Tiempo de abordaje y salida del bus por pasajero

El tiempo de abordaje y salida impacta significativamente la capacidad del sistema BRT, es por esta razón que para que un sistema de BRT sea eficiente se debe impulsar las inversiones para atender la interfaz vehículo-estación. Entre las mejoras más significativas en reducción de este tiempo tenemos:

- Recolección de tiquetes y verificación fuera del Vehículo.
- Abordaje de Plataforma a Nivel.
- Aceleración y desaceleración del vehículo durante las paradas.

- Cantidad, tamaño y ubicación de las puertas de los Autobuses.
- El tamaño y la distribución en la Plataforma de la estación

Calidad del servicio BRT

La estimación de la calidad del servicio para el sistema de BRT al tener un carril exclusivo, se debe estimar a partir de la metodología expuesta en el documento *Transit Capacity and Quality of Service Manual (TCRP)* elaborado por Transportation Research Board of the National Academies (Transportation Research Board, 2000). En este documento se detalla la metodología para estimar los niveles de servicios multimodal (LOS por sus siglas en ingles) y los métodos para estimar la capacidad y velocidad del bus.

Niveles de servicios multimodal

Los niveles de servicios multimodal del transporte público incorporan factores que influyen en todos los aspectos de un viaje; como por ejemplo la satisfacción de caminar hasta la parada de autobús, el tiempo de espera del servicio y la satisfacción del pasajero a bordo del bus, la cual evalúa los siguientes parámetros:

- Nivel de satisfacción de caminar a la parada: medido por la calidad del entorno peatonal a lo largo de la calle.
- Nivel de satisfacción de espera del servicio de transporte público: medido por la frecuencia del servicio, la confiabilidad del horario y los tipos de servicios brindados en la parada de tránsito.
- Nivel de satisfacción a bordo: medido por el nivel de hacinamiento en el transporte público a medida que sale de la parada y la velocidad del servicio.

El nivel de servicio multimodal se estima a partir de la siguiente expresión:

$$I_t = 6.0 - 1.50s_{w-r} + 0.15I_p$$

Donde:

I_t = puntaje del nivel de servicio del tránsito (adimensional).

S_{w-r} = puntaje de espera y arribo al servicio de bus (adimensional).

I_p = puntaje del entorno del peatón (adimensional).

Los niveles de servicios multimodal tienen las siguientes categorizaciones.

LOS	LOS Score
A	≤ 2.00
B	$> 2.00 - 2.75$
C	$> 2.75 - 3.50$
D	$> 3.50 - 4.25$
E	$> 4.25 - 5.00$
F	> 5.00

Fuente: (Transit Cooperative Research Program, 2013)

2.3.2. Integración de Transporte Público

El metro o los autobuses de tránsito rápido (BRT) se caracterizan por su gran capacidad y rapidez en distancias largas, pero no ofrece el servicio de movilidad puerta a puerta por lo que se requiere la conexión con otros sistemas de transporte como, por ejemplo: buses secundarios, taxis, bicicletas y caminata (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011).

La bicicleta a nivel mundial ocupa un lugar central en las políticas de promoción de la movilidad sostenible, en alianza con los desplazamientos a pie y en transporte público. Como muestra de lo anterior en la “carta de Aalborg” aprobada en la “Conferencia Europea sobre ciudades sostenible” celebrada en Aalborg (Dinamarca) se citó:

“Nosotras, las ciudades, nos hemos de esforzar por mejorar la accesibilidad y por mantener el bienestar y los estilos de vida urbana, reduciendo el transporte. Sabemos que para que una ciudad sea sostenible, es indispensable reducir la movilidad forzada y dejar de fomentar el uso innecesario de los vehículos motorizados. Daremos preferencia a los medios de transporte respetuosos con el medio ambiente (en particular, los desplazamientos a pie, en bicicleta o en los transportes públicos) y situaremos en el centro de nuestros esfuerzos de planificación una combinación de estos medios. Los diversos medios de transporte urbanos motorizados han de tener la función subsidiaria de facilitar el acceso a los servicios locales y de mantener la actividad económica de las ciudades.” (Marqués, Calvo Salazar, Hernández Herrador, Herrera Sánchez, & Lopez Peña, 2015)

Para dar conexión del punto de partida al punto de acceso del transporte público, varios autores indican diferentes radios o trayectorias de los desplazamientos peatonales las cuales se muestra a continuación:

Tabla 2: Recomendaciones de distancia media que un peatón está dispuesto a recorrer para trasladarse en transporte público.

Distancia media que un peatón está dispuesto a recorrer	Fuente
300 metros para estaciones de autobús 500 metros para transporte ferroviario	(AL21-Indicadores; MF, 2013)
500 metros para accesos 600 metros para egresos	(Krygsman, 2004))
entre 400 y 900 metros	(O'Sullivan y Morrall, 1996)
3 km	(Crow, 2007)

Fuente: (Marqués, Calvo Salazar, Hernández Herrador, Herrera Sánchez, & Lopez Peña, 2015)

De lo anterior se puede decir: que los radios de influencia peatonal de las estaciones del transporte público metropolitano varían entre 300 y 900 metros.

Por otra parte, el (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011) indica que el peatón está dispuesto a invertir 10 minutos para llegar a la estación de transporte público, es decir 800 m (velocidades promedio caminando de 5 km/h). Además, indica que en viajes menores a 10 km el transporte público no es eficiente como se muestra en las siguientes imágenes, en donde en un recorrido de total de 2 Km se tiene una velocidad promedio de 7.5 Km/h, en contraste con un recorrido de 11 Km en donde la velocidad es de 19.4 Km/h.

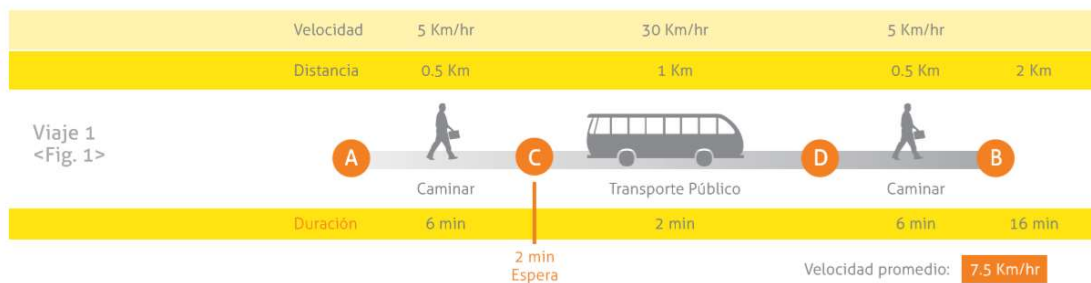


Ilustración 17: Recorrido realizado por un usuario del transporte público en un recorrido de 2 km.

Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)



Ilustración 18: Recorrido realizado por un usuario del transporte público en un recorrido de 11 km.

Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

Para dar conexión del punto de partida al punto de acceso del transporte público masivo, diferentes autores han estimado la distancia media que un ciclista está dispuesto a recorrer como se muestra a continuación:

Tabla 3: Recomendaciones de distancia media que un ciclista está dispuesto a recorrer para trasladarse en transporte público.

Distancia media que un ciclista está dispuesto a recorrer	Fuente
3.2 Km	Dekoster and Shollaert (1999)
3.5 Km	Rietveld, 2000
1.8 Km para accesos 2.4 Km para egresos	Krygsman (2004)
3 km	Crow, 2007

Fuente: (Marqués, Calvo Salazar, Hernández Herrador, Herrera Sánchez, & Lopez Peña, 2015)

Del estudio elaborado por Martens (2004), en donde se evalúa las distancias recorridas por los ciclistas para acceder a las estaciones de transporte público en diversos países, se observa de la siguiente figura que el 70% de total de ciclistas recorren entre 0 a 4 km.

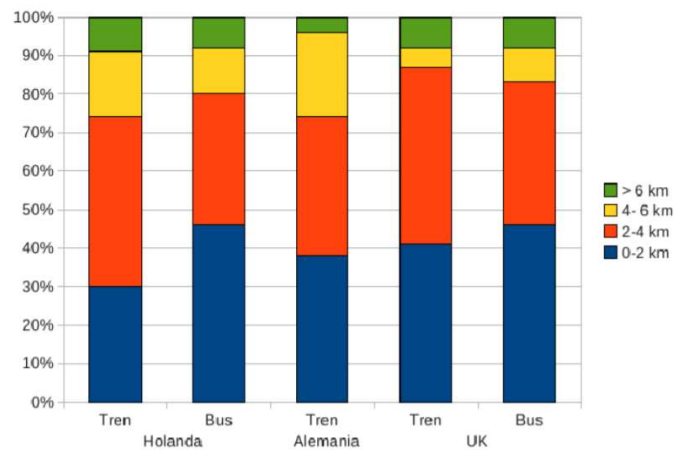


Ilustración 19: Distribución de distancias a la estación del transporte público metropolitano “bike and ride” para diversos países y modos de transportes, expresada en porcentaje sobre el total de viajeros que acceden en bicicleta a las estaciones, Fuente Martens, 2004.

Fuente: (Marqués, Calvo Salazar, Hernández Herrador, Herrera Sánchez, & Lopez Peña, 2015)

Otros documentos indican que el uso de bicicletas es efectivo en una de distancia de recorrido menores de 5 km, en donde las velocidades promedio en bicicleta rondan entre 15 km/h a 20 km/h, es decir duraciones de viaje entre 15 minutos a 20 minutos (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011).

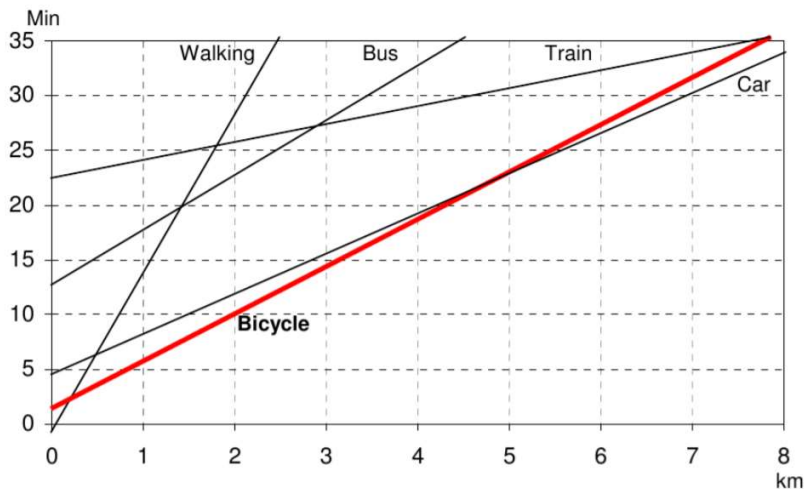


Ilustración 20: Comparación entre los tiempos de viaje para los diferentes modos en un entorno urbano, tiempo medido puerta a puerta, Fuente: Dekoster & Schollaert, 1999. Reproducido de (ECMT, 2004).

Fuente: (Marqués, Calvo Salazar, Hernández Herrador, Herrera Sánchez, & Lopez Peña, 2015)

A continuación, se presenta un cuadro resumen de las fortaleza y debilidades del transporte público y la Bicicleta:

Tabla 4: Resume de fortalezas y debilidades del Transporte Público y Bicicleta

Transporte Público Masivo	Bicicleta
Fortalezas	
Rapidez en distancias largas, mayores a 10 km.	Independencia de horarios fijos.
Transporte de un gran número de personas en poco espacio.	Alta capacidad de acceso. Se puede circular por todas la vialidades y caminos angostos.
Acceso a áreas congestionadas dentro de la ciudad, con políticas de carril exclusivo de autobuses.	Eficiente rápida para distancias cortas, particularmente menores a 5 Km.
Excelente en corredores que son usados por un gran número de viajeros (flujos concentrados).	Eficiente y rápidas en áreas congestionadas.
Debilidades	
Viajes de acceso y egreso para llegar a las estaciones.	Menos atractiva y rápida para distancias largas.
Dependencia de horarios y frecuencia del transporte, siendo poco eficiente en horas pico o en áreas dónde la demanda es baja.	Capacidad limitada para llevar equipaje.
Lento en viajes cortos, ya que gran porcentaje del tiempo de viaje es usado para acceso, egreso y espera	El usuario gasta su energía para realizar el desplazamiento.
Baja capacidad de acceso debido a lo complicado de los circuitos y las grandes distancias entre estaciones o paradas.	----

Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

Tabla 5: Resume de fortalezas del Transporte Público Más Bicicleta

Fortalezas
Reducción del tiempo de viaje de puerta a puerta, haciendo ambos modos más competitivos en relación con el automóvil o el taxi.
Mejor acceso al transporte público para los usuarios.
Aumento del volumen de usuarios en transporte público porque la zona de captación se incrementa, ya que la bicicleta es de 3 a 4 veces más rápida que caminar.
Hay menor necesidad de autobuses de pequeña capacidad que alimenten al transporte público masivo.

Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

La superioridad de la bicicleta sobre otros modos de transportes para distancias inferiores de 5 km la hace especialmente apropiada para los desplazamientos de primera y la última etapa en combinación del transporte público, siempre y cuando se disponga de una apropiada infraestructura en las estaciones y/o en los vehículos de transporte público.

2.3.3. Accesibilidad al Transporte Público

Con el fin de lograr la intermodalidad entre el transporte público y las bicicletas, se debe contar con elementos de apoyo en las estaciones, paradas y en muchos casos, en los vehículos del transporte público. Para lograr lo anterior, es necesario entender que un viaje en transporte público es una cadena de desplazamiento como, por ejemplo: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

1. Acceso: desplazamiento en bicicleta desde el origen hasta el estacionamiento de bicicletas ubicado en la estación del transporte público.
2. Estacionamiento: dejar la bicicleta en un lugar seguro.
3. Caminata y espera: caminar a la plataforma del transporte público, comprar boleto (si es necesario) y esperar el tren o autobús.
4. Transporte público: desplazamiento en el vehículo del transporte público.
5. Caminata: bajar del transporte público y caminar al estacionamiento de bicicletas.
6. Egreso: en bicicleta desde el estacionamiento hasta el destino final.

Por lo tanto, el diseño de estos elementos de accesibilidad al transporte público, se deben concebir con la tesis de estar siempre presentes, de fácil acceso y disponible, con el fin de hacer de la movilización en bicicleta atractivo para el usuario.



Ilustración 21: Adecuación de la infraestructura para los usuarios de bicicletas.

Fuente: (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)



Ilustración 22: Facilidades para el ciclista.

Fuente: (Marqués, Calvo Salazar, Hernández Herrador, Herrera Sánchez, & Lopez Peña, 2015)

2.3.4. Facilidades para los ciclistas.

Las facilidades para los ciclistas es el conjunto de elementos y dispositivos destinados a facilitar el tránsito para la circulación de bicicletas con el fin de garantizar un viaje seguro y eficiente, lo cual se logra en muchos casos aislando a los ciclistas de los vehículos motorizados. (Acuña Leiva, 2016).

2.3.5. Vía de bicicletas (Ciclovía).

Es cualquier camino, calle o paso que está designado específicamente para el viaje en bicicleta, sin importar si tal infraestructura fue designada para el uso exclusivo de bicicletas o es compartido con otros modos de transporte (SIECA, 2001). Según la literatura existen diferentes tipos de ciclovías: con carril exclusivo, con carril compartido y carril segregado.

Vía de Bicicletas (ciclovía) con carril compartido.

Es aquel donde se da prioridad al ciclista que comparte el espacio con el tránsito vehicular y por lo general siempre se ubica en el extremo derecho, se puede implementar en arterias y vías colectoras. Algunas recomendaciones para este tipo de infraestructura son (Acuña Leiva, 2016):

- Vías susceptibles para intervenir: vías locales, residenciales y vías colectoras con velocidades permitidas de hasta 30 km/h.
- Sección: los carriles de circulación deben ser entre 3,90 m y 4,30 m de ancho, para permitir el rebase del ciclista con una distancia de un metro.

- Delimitación: raya doble en el costado izquierdo del carril compartido para delimitar el carril exclusivo. En el caso de existir estacionamiento en la vía pública, se debe colocar una franja de mínimo medio metro de ancho en el costado derecho como amortiguamiento.
- Es recomendable evitar la implementación de un carril compartido cuando este tiene un ancho entre 3,10 m y 3,80 m porque puede crearse confusión en los automovilistas en cuanto a la distancia que deben guardar con los ciclistas.

Vía de Bicicletas (ciclovía) con carril exclusivo.

Es una franja dentro del flujo vehicular destinada a la circulación exclusiva de ciclistas, este se delimita con el señalamiento en el lado derecho de la vía y es unidireccional en el mismo sentido de los vehículos. Se utiliza en arterias sin estacionamiento o en colectoras con estacionamiento derechos. Las vías candidatas para implementar este tipo de ciclovía deben cumplir (Acuña Leiva, 2016):

- Deben ser arterias y vías colectoras.
- Las velocidades permitidas deben ser de hasta 50 km/h.
- Los anchos de carriles al lado de la ciclovía deben tener como mínimo de 3 metros en áreas urbanas.
- Implementar señalamiento vertical y horizontal indicando la prohibición de motocicletas.
- Cuando exista estacionamiento se debe disponer un área de amortiguamiento de 0.50 m.

Carril segregado.

Es semejante al carril delimitado con la diferencia que cuenta con una separación física con el flujo automotor. Se sigue las mismas pautas del sentido de circulación unidireccional coincidiendo con el de los automotores y estableciéndose del lado derecho. Algunas recomendaciones para este tipo de infraestructura son (Acuña Leiva, 2016):

- Deben ser arterias y vías colectoras.
- Las velocidades permitidas deben ser de hasta 70 km/h.
- Implementar señalización vertical y horizontal.
- Cuando exista estacionamiento se debe disponer un área de amortiguamiento de 0.50 m.

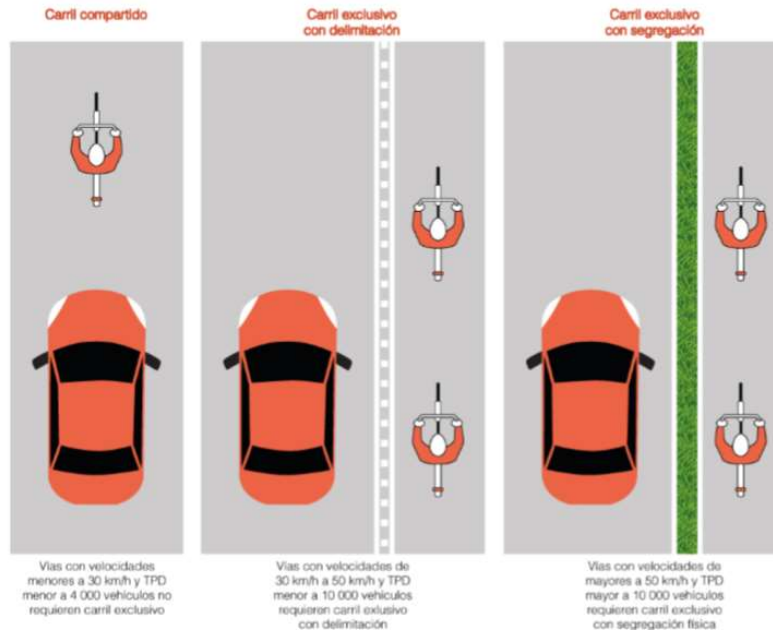


Ilustración 23: Tipos de Vías para Bicicletas (Ciclovías)

Fuente: (Acuña Leiva, 2016)

2.3.6. Diseño de la Vía de bicicletas (Ciclovía).

Ancho de carril:

El ancho de carril es la sección libre compuesta por el ancho de la bicicleta y los espacios para el zigzagado y movimientos para la evasión de obstáculos, este se determina dependiendo si la ciclovía será unidireccional o bidireccional y en función de la demanda de ciclistas por hora (Acuña Leiva, 2016).

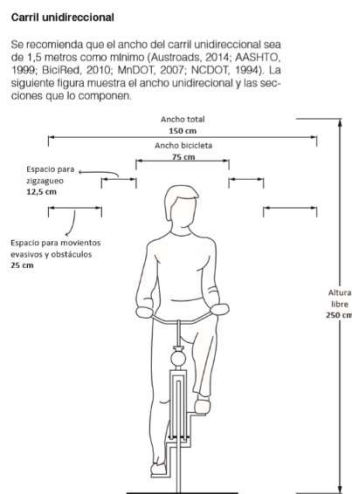


Ilustración 24: Ancho recomendado de ciclovía unidireccional.

Fuente: (Acuña Leiva, 2016)

Tabla 6: Anchos de ciclovías en función de volumen de ciclistas por hora

Vía unidireccional		Vía bidireccional	
Volumen máximo (b/h)	Ancho (m)	Volumen máximo por sentido (b/h)	Ancho (m)
0 a 150	2,00	0 a 50	2,5
151 a 750	3,0 (2,50 min)	51 a 1,50	2,50 a 3,00
>750	4,0 (3,50 min)	>150	3,50 a 4,00

Fuente: (Acuña Leiva, 2016)

Velocidad de Diseño:

La velocidad de diseño está en función de la pendiente y la longitud del tramo como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 7: Velocidades de diseño en función de la pendiente y longitud del tramo.

Pendiente (%)	Longitud		
	25 a 75	75 a 150	> 150
3 a 5	35 km/h	40 km/h	45 km/h
6 a 8	40 km/h	50 km/h	55 km/h
>9	45 km/h	55 km/h	60 km/h

Fuente: (Acuña Leiva, 2016)

Pendientes:

Para el diseño de una ciclovía se debe considerar la pendiente de la carretera por donde se construirá, ya que está contenida dentro del derecho de vía de la carretera. Esto es importante a causa de que existe restricciones de pendientes máximas en busca de seguridad y de no fatigar al ciclista.

Tabla 8: Pendiente de diseño en función de la longitud del tramo.

Pendiente (%)	Definición
5 a 6	hasta 240 m
7	hasta 120 m
8	hasta 90 m
9	hasta 60 m
10	hasta 30 m
> 11	hasta 15 m

Fuente: (Acuña Leiva, 2016)

2.4. Conceptos de Infraestructura Vial.

La Infraestructura vial se define como todo el conjunto de elementos que permite el desplazamiento de vehículos en forma confortable y segura desde un punto a otro. Esta está conformada por los siguientes elementos:

2.4.1. Derecho de vía:

Es el ancho total de la carretera, calle, sendero servidumbre, el cual se localiza entre líneas de propiedad incluyendo en su caso calzada, fajas verdes y aceras. (Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo, 1983).

2.4.2. Alineamiento horizontal:

El alineamiento horizontal, también conocido como diseño en planta es la representación en planta del eje de la carretera, y está constituido por rectas o alineamientos rectos que se conectan entre si generalmente por medio de curvas circulares que proporcionan el correspondiente cambio de dirección de la vía. El alineamiento horizontal está controlado por las siguientes consideraciones:

- Categoría de carretera.
- Topografía del Área.
- Velocidad de proyecto.
- Distancias de visibilidad.
- Coordinación con el perfil.
- Costos de construcción, operación y mantenimiento.

Todos estos elementos anteriores deben combinarse, con el fin que el diseño resulte seguro, económico, en armonía con el contorno natural y adecuado a su categoría de carretera (SIECA, 2011).

2.4.3. Alineamiento vertical:

El alineamiento vertical, también conocido como perfil del eje de la carretera, es la proyección sobre el plano vertical de las distintas elevaciones, este está formado por la sucesión de tramos rectos y curvas que lo empalman. En este se proyecta las elevaciones del eje de la carretera terminado el cual se le denomina “rasante”; las elevaciones del eje de la carretera a nivel de terracería, el cual se le denomina “Subrasante” y las elevaciones del terreno existente, denominado “terreno natural” (SIECA, 2011).

2.4.4. Sección Transversal

La sección transversal de una carretera es el perfil del terreno en dirección perpendicular al eje de la carretera. Esta resulta de la combinación de los distintos elementos que la constituyen como ejemplo calzada, bermas, ciclovías, cunetas, taludes y estructuras de contención; cuyos tamaños, formas e interrelaciones dependen de las funciones que cumplen y las características del trazado y del terreno.

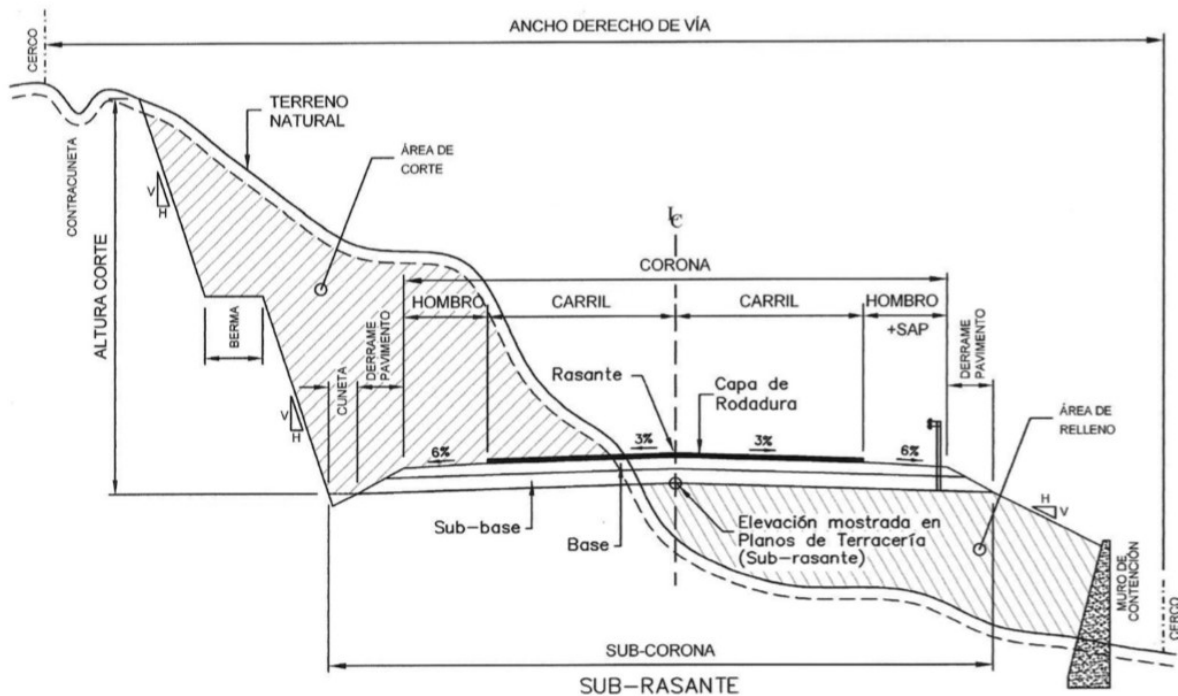


Ilustración 25: Sección transversal de una carretera de montaña.

Fuente: (SIECA, 2011)

El nivel de servicio (LOS por sus siglas en inglés) es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular y de su percepción por los conductores y/o pasajeros. (Cal, Reyes Spindola, & Cardenas Grisales, 2007). La definición del nivel de servicio esperado en el periodo de diseño (por ejemplo 20 años) es determinante para determinar la cantidad de carriles del corredor vial.

El nivel de servicio C pertenece al rango de flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. La selección de la velocidad se ve afectada por la presencia de otros, y la libertad de maniobra comienza a ser restringida. El nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente (Cal, Reyes Spindola, & Cardenas Grisales, 2007).

El nivel de servicio D representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. La velocidad y libertad de maniobra queda seriamente restringidas, y el usuario experimenta un nivel general de comodidad y conveniencia bajo. Pequeños incrementos en el flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento, incluso con formación de pequeñas colas (Cal, Reyes Spindola, & Cardenas Grisales, 2007).

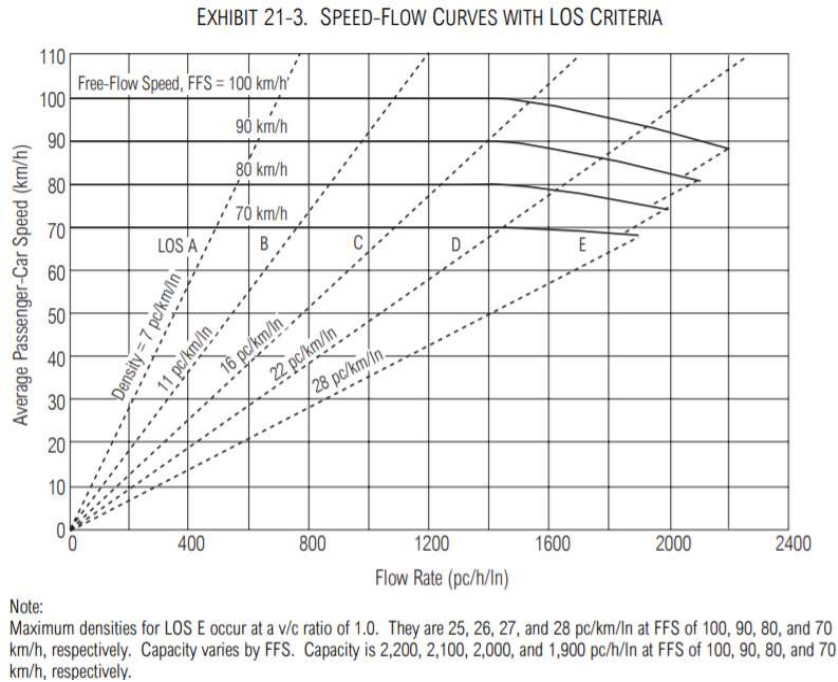


Ilustración 26: Curvas de velocidad, flujo y niveles de servicio en carreteras de carriles múltiples

Fuente: (Transportation Research Board, 2000)

La capacidad de una infraestructura vial es el máximo número de vehículos (peatones) que razonablemente puedan pasar por un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un intervalo de tiempo dado, bajo condiciones prevalecientes de la infraestructura vial, del tránsito y de los dispositivos de control (Cal, Reyes Spindola, & Cardenas Grisales, 2007).

2.5. Diseño Hidrológico e Hidráulico en Infraestructura Vial.

2.5.1. Cuenca hidrográfica.

“La cuenca es una zona de la superficie terrestre en donde las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida” (Aparicio, 1989).

2.5.2. Determinación de caudales con el programa HEC-HMS.

El HEC-HMS, es una aplicación para el modelado hidrológico desarrollado por el centro de Ingeniería hidrológica del Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos. Con este programa se puede simular la respuesta que tendrá la cuenca de un río en su escurrimiento superficial, como resultado de una precipitación (Villón Bejar, Hidrología, 2004). El resultado del proceso de modelaje es la estimación de hidrogramas de salida (caudales máximos y tiempos pico) en una cuenca o varias subcuencas.

Con los resultados de este programa se puede realizar (Villón Bejar, HEC-HMS Ejemplos, 2014):

- Dimensionamiento de obras de control de inundación, como muros de encauzamiento y embalses.
- Establecer las dimensiones preliminares de alcantarillas viales, luz de los puentes y sistemas de drenaje pluvial.
- Estudiar el impacto ambiental de las crecientes, causado por transformación del uso de los suelos en cuencas rurales y urbanas.

El programa HEC-HMS tiene la capacidad de simular la precipitación, la evapotranspiración, la infiltración, la transformación de la precipitación neta, el flujo base y el tránsito hidráulico en canales abiertos (US Army Corps of Engineers, 2000)

2.5.3. Método del Servicio de Conservación de suelos de Estados Unidos (SCS).

El modelo del número de curva de SCS como es usualmente conocido, es un método que fue desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos. Normalmente se representa por las siglas CN-SCS que deriva del inglés “*Curve Number-Soil Conservation Service*”.

Este método es comúnmente utilizado para la determinación del escurrimiento directo superficial en la ingeniería de carreteras, esta estima la precipitación neta como una función de la precipitación acumulada, la cobertura vegetal, uso de suelo y la condición de humedad antecedente del suelo (US Army Corps of Engineers, 2000), el cual se basa en la siguiente relación:

$$P_e = \frac{[CN(P + 50.8) + 5080]^2}{CN[CN(P - 203.2) + 20320]}$$

P_e = Precipitación en Exceso o neta (mm)

P = Precipitación de la Tormenta (mm).

CN = Número de Curva, ver anexo 1.

La tabla de Números de Curva presentados en el anexo 1, aplica para condiciones antecedentes de humedad AMC (siglas en inglés *Antecedent Moisture Condition*) normales (AMC II). Para condiciones secas (AMC I) o condiciones húmedas (AMC III), los números de curva equivalente pueden calcularse por (SIECA, 2016):

$$CN(I) = \frac{4.2 \text{ CN(II)}}{10 - 0.058 \text{ CN(II)}}$$

$$CN(III) = \frac{23 \text{ CN(II)}}{10 - 0.13 \text{ CN(II)}}$$

Los antecedentes de humedad (AMC) se clasifican en tres categorías que se definen a continuación:

- Condición I (AMC I): Se refiere a suelo seco, pero no al punto de resequedad, se puede realizar cultivos satisfactorios.
- Condición II (AMC II): condición promedio o condiciones normales.
- Condición III (AMC III): en los últimos cinco días se ha presentado precipitación intensa, o precipitación ligera con bajas temperaturas, suelos saturados.

Además, los valores Números de Curva presentados en el anexo 1, han sido definidos con base en el tipo de suelos y el uso dado a este. Por lo tanto, se ha definido cuatro grupos cuyas características se describen a continuación:

- **Grupo A:** arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados.
- **Grupo B:** suelos poco profundos depositados por el viento, marga arenosa.
- **Grupo C:** margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenidos de arcilla.
- **Grupo D:** suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.

Si la cuenca presenta varios tipos de suelos, el CN se puede ponderar:

$$CN_{ponderado} = \frac{\sum_{i=1}^n CN_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

$CN_{ponderado}$ = Número de curva ponderado.

CN_i = Número de curva para cada tipo o uso de suelo.

A_i = Área de cada tipo o uso de suelo(m²).

i = índice para cada tipo o uso de suelo.

n =cantidad total de tipos o usos de suelo que se encuentran en la cuenca.

Se recomienda utilizar este método debido a que es simple, predecible y estable. Este depende de un solo parámetro, el cual varía como una función del grupo de suelo, uso y tratamiento del suelo, de la condición de la superficie y de la humedad antecedente del suelo. Sus características son fácilmente adquiridas y razonadas de aportaciones ambientales bien documentadas. Es un método muy establecido y ampliamente aceptado para su aplicación en los Estados Unidos y otros países (Ponce & Hawkins, 1996) (SIECA, 2016).

2.5.4. Drenaje mayor y drenaje menor

En Costa Rica existe una distinción entre drenajes mayores y menores en función del caudal de diseño, de la siguiente forma:

- **Drenajes mayores:** estructuras de paso de la vía sobre cauces de agua cuyo caudal de diseño, sea superior a 15 m³/s.
- **Drenajes menores:** en este grupo se incluyen alcantarillados pluviales, caños, cunetas y los pasos de alcantarilla bajo la vía, que cuentan con un caudal inferior a 15 m³/s.

2.5.5. Periodo de Retorno.

“Es el intervalo de tiempo promedio, dentro del cual un evento de magnitud x puede ser igualado o excedido, por lo menos una vez en promedio” (Villón Bejar, Hidrología, 2004).

En el caso de puentes, dependiendo de la importancia de las rutas se recomienda los siguientes periodos de retorno (SIECA, 2016):

- Rutas de Primer orden (Puentes Críticos): 200 años

- Rutas de Segundo Orden (Puentes Esenciales): 100 años.
- Rutas de Tercer Orden (Otros Puentes): 50 años.

A partir de la clasificación de drenajes mayores y menores el Consejo Nacional de vialidad (Conavi), recomienda los siguientes periodos de retorno (SIECA, 2016):

- Drenajes mayores el periodo de retorno de 100 años, más una revisión para 500 años.
- Drenajes menores transversales a la vía el periodo de retorno de 50 años.
- Drenajes menores longitudinales a la vía el periodo de retorno de 25 años.

2.5.6. Tiempo de Concentración.

El tiempo de concentración se define como el tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de una cuenca aporten agua de escorrentía de forma simultánea al punto de salida de ésta (SIECA, 2016). Para este cálculo se empleará la fórmula de Kirpich- Ramser la cual es muy comúnmente utilizada en nuestro medio (SIECA, 2016).

$$t_c = 0.01947 L^{0.77} S^{-0.385}$$

t_c = Tiempo de concentración.

L = longitud del cauce.

S = pendiente promedio del cauce.

La pendiente promedio del cauce se determina a partir de la información de longitud del cauce, elevaciones máximas y mínimas.

$$S = \frac{(H_{\text{máxima}} - H_{\text{mínima}})}{\text{Long. Cauce}}$$

2.5.7. Tiempo de retardo.

El tiempo de retardo es el tiempo que transcurre entre el centro de gravedad del hietograma y el centro de gravedad de caudales (Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, 2008). Para este estudio se calcula un tiempo de retardo con la siguiente aproximación:

$$t_{lag} = 0.60 t_c$$

t_{lag} = Tiempo de retardo (min)

t_c = Tiempo de concentración (min).

2.5.8. Abstracciones Iniciales.

La abstracción inicial (I_a) es aquella parte de la lluvia que cae de una tormenta, pero no es parte del escurrimiento directo. Esta está compuesta del almacenamiento superficial, intercepción e infiltración previa al escurrimiento directo. Esta ecuación fue desarrollada empíricamente a partir de datos de cuencas (SIECA, 2016). Esta se calcula con la siguiente ecuación:

$$I_a = 0.2 \left(\frac{25400}{CN} - 254 \right)$$

I_a = Abstracciones iniciales.

CN= Numero de curva ponderado

2.5.9. Hietograma de Diseño, Método de bloques alternos.

El método del bloque alterno es una forma simple para desarrollar un hietograma de diseño utilizando una curva-duración-frecuencia (Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, 2008).

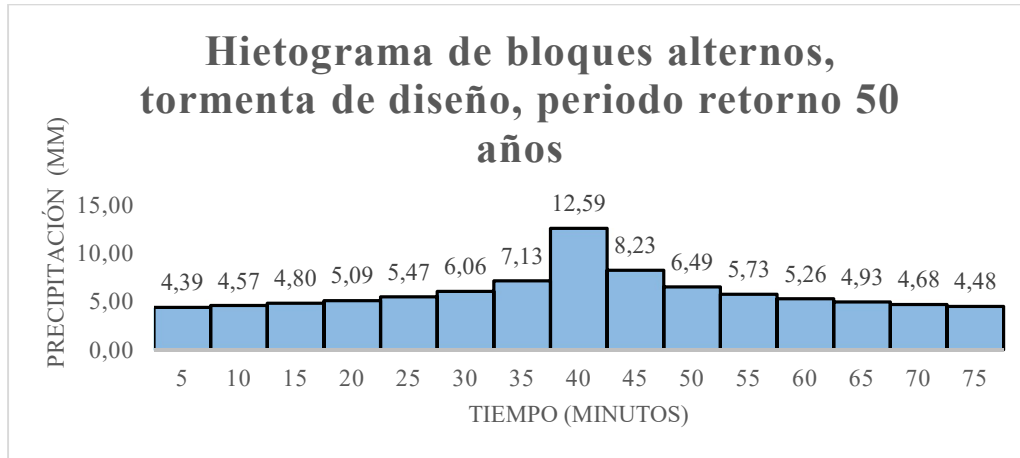


Ilustración 27: Ejemplo, hietograma de bloques alternos para una tormenta de diseño de 50 años.

2.5.10. Diseño Hidráulico en Infraestructura Vial

“La hidráulica se encarga de los diseños para disponer aguas de origen pluvial, los cuales son conocidos como drenajes, de manera que la carretera nos sufra los efectos producidos por el agua” (Salas Alfaro, 2018).

2.5.11. Estimación de Caudal “Formula de Manning”

La fórmula de Manning es la fórmula más utilizada en casi todas las partes del Mundo. (Villon B, 2007). Para la utilización de esta ecuación se debe garantizar que la infraestructura trabaje como un canal abierto, por lo que se recomienda que el tirante máximo de la alcantarilla no sobrepase las 2/3 partes del diámetro (SIECA, 2016).

$$Q = \frac{1}{n} A (R_h)^{\frac{2}{3}} \sqrt{S}$$

Q=Caudal (m³/s).

A=área hidráulica (m²).

R_h=Radio Hidráulico (m).

S=Pendiente del Canal (m/m).

n=Coeficiente de Manning, ver anexo 2 y 3.

2.6. Diseño de pavimentos

2.6.1. Pavimentos Flexibles método de la AASHTO 93

El método de la AASHTO para pavimentos flexible es un método empírico para el diseño de pavimentos, este se basa en el concepto del “Número Estructural” (SN) el cual representa la calidad estructural de un pavimento flexible, es decir la resistencia a la deformación estructural ante la carga (Yang H & Huang, 2004).

$$SN = a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3$$

SN=número estructural.

a_i =Coeficiente estructural de la capa i.

m_i =Coeficiente de drenaje de la capa i.

D_i =Espesor de la capa (in).

La fórmula para determinar el número estructural para los ejes equivalentes de diseño es.

$$\log_{10} W_{18} = Z_R * S_0 + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

W_{18} =números de ejes equivalentes de 8200 kg (18000 lb).

Z_R =estadístico para un nivel de confianza.

S_0 =Desviación estándar (0.45 para pavimento flexible).

SN=número estructural.

P_0 =índice de servicio Inicial, pavimento flexible 4.2, pavimento semirrígido de 4.3 a 4.4.

ΔPSI =diferencia del “Índice de habilidad de servicio”.

M_R =Módulo resiliente de la capa en estudio.

2.6.2. Pavimentos Rígidos método de la AASHTO 93

Un pavimento rígido es un pavimento conformado por una losa de concreto sobre la subrasante o un material granular, existen varios tipos, pero el más común en Costa Rica es el pavimento de concreto con juntas (JPCP por sus siglas en ingles), el cual es un pavimento que no tiene refuerzo y sus losas son suficientemente cortas como para no generar esfuerzos térmicos que excedan la resistencia de la losa a la flexo-tracción.

El método de la AASHTO para pavimentos rígidos es un método empírico para el diseño de pavimentos, este consiste en encontrar el espesor de losa requerido, en función de una serie de parámetros de diseño, con el propósito de servir un nivel de confianza específico de que el índice (PSI) no caiga por debajo de un mínimo dada la aplicación de las cargas de diseño (Yang H & Huang, 2004).

La fórmula para determinar el espesor de losa para los ejes equivalentes de diseño es:

$$\log_{10} W_{18} = Z_R * S_o + 7.35 * \log(D + 1) - 0.06 + \frac{\log \left[\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 * P_t) \\ * \log \left[\frac{S_c * C_d * (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 * J * \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{k} \right)^{0.25}} \right]} \right]$$

W_{18} =números de ejes equivalentes de 8200 kg (18000 lb).

Z_R =estadístico para un nivel de confianza.

S_o =desviación estándar (0.35 para pavimento rígido).

D = espesor de la losa.

P_0 =índice de servicio Inicial, pavimento rígido 4.5.

P_t = índice de servicio terminal, pavimento rígido.

ΔPSI =diferencia del “Índice de habilidad de servicio”.

S_c =módulo de rotura del concreto.

C_d =coeficiente de drenaje.

J =coeficiente de Transferencia.

E_c = módulo de elasticidad del concreto.

k =Capacidad de soporte.

CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de Investigación.

El objetivo del presente estudio de graduación es determinar la infraestructura vial requerida para garantizar la adecuada comunicación entre el Aeropuerto de Orotina con el cantón de San Ramón, a raíz de lo anterior la investigación será del tipo descriptivo, ya que se pretende conocer las condiciones del entorno existente y del generado con la construcción del “Aeropuerto Internacional Metropolitano”, con el fin de determinar la infraestructura vial de menor costo que brinda mejor movilidad urbana y menor impacto a los vecinos.

La metodología de esta investigación se enfocó de forma cualitativa, debido a que los significados se extraen de los datos obtenidos en cada una de las etapas del estudio. Para desarrollar la investigación fue necesario el estudio del Plan Maestro del “Aeropuerto Internacional Metropolitano”, la identificación de los diferentes riesgos por amenazas naturales y la observación del entorno mediante visitas de campo y modelos digital de terreno. A partir de la información de campo recopilada, la aplicación de metodologías para identificación de riesgos a desastres naturales, el Plan Maestro del “Aeropuerto Internacional Metropolitano” y del diseño de ésta, se determinó la infraestructura vial técnicamente factible, menos vulnerable a amenazas naturales y que brinda mayor movilidad urbana entre el Aeropuerto de Orotina y el cantón de San Ramón. En la ilustración siguiente, se presenta el esquema metodológico del proyecto de investigación.

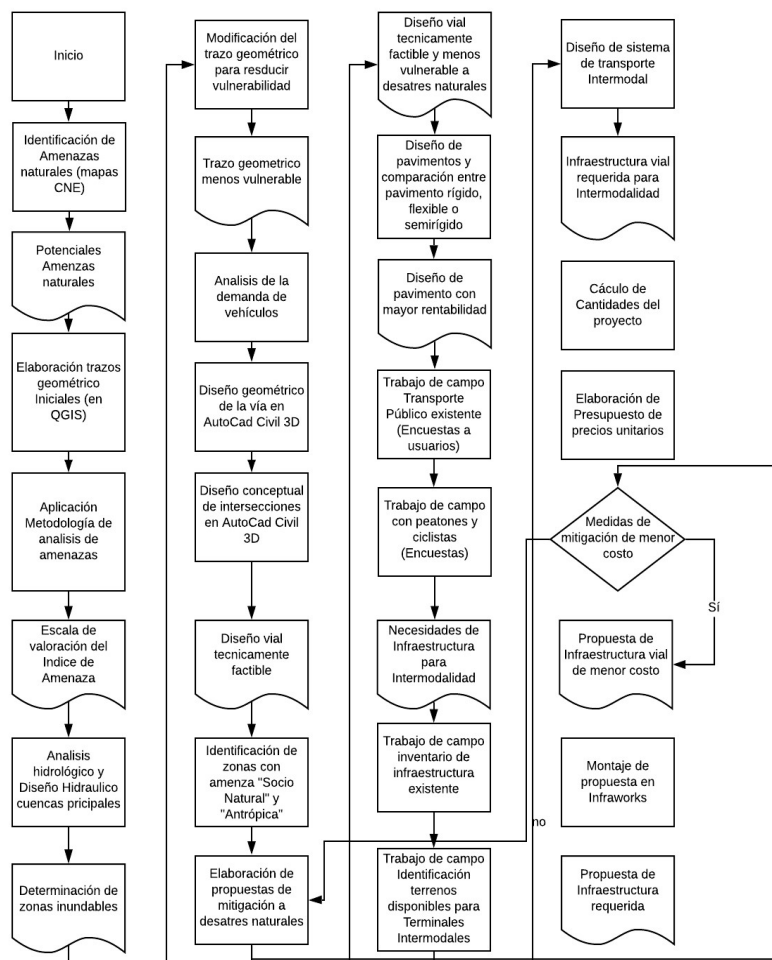


Ilustración 28: Esquema metodológico del proyecto de investigación

3.2. Fuentes de Información y Sujetos de Información.

3.2.1. Fuentes.

Para elaborar este proyecto se utilizaron las siguientes fuentes:

Fuente Secundarias:

Las fuentes secundarias de información utilizadas en este proyecto consisten en las siguientes:

- Estudios de emplazamiento y el Plan Maestro del “Aeropuerto Internacional Metropolitano”, este brindó información del crecimiento de la infraestructura Aeroportuaria y proyecciones estadísticas de pasajeros esperados.
- Sistema de información geográfica de amenaza de la Comisión Nacional de Emergencia (CNE), del SNIT e información meteorológica del área de estudio del Instituto Meteorológico Nacional, útil con el propósito de identificar amenazas naturales y disminuir la vulnerabilidad de la infraestructura vial.
- Información de Accidentes de vehículos con ciclistas involucrados del Consejo Seguridad Vialidad (COSEVI), útil para identificar los lugares de mayor tránsito de ciclistas.
- Información de costos de obras viales del Consejo Nacional de Vialidad.

Fuentes terciarias:

Como fuentes terciarias, se utilizaron algunas bases de datos y sistemas bibliotecarios nacionales e internacionales como:

- Knovel, <https://app.knovel.com/web/>
- Repositorio TEC, <https://repositoriotec.tec.ac.cr/>
- Sistema Nacional de Información Territorial, <http://www.snitcr.go.cr/>
- Google Académico, <https://scholar.google.es/schhp?hl=es>
- ASCE Library, <https://ascelibrary-org.ezproxy.itcr.ac.cr/>
- LanammeUCR, <http://www.lanamme.ucr.ac.cr/>
- Ciclo Ciudades, <http://ciclociudades.mx/manual-ciclociudades/>

3.2.2. Sujetos de Información.

Los sujetos de información son:

- Ciclistas de los cantones de Orotina, San Mateo y San Ramón.
- Ingenieros Municipales de los cantones de Orotina, San Mateo y San Ramón.
- La Dirección General de Aviación Civil: ésta brindó información del estudio del emplazamiento y Plan Maestro del Aeropuerto Metropolitano.
- Comisión Nacional de Emergencias, Instituto Meteorológico Nacional: suministraron información de amenazas naturales de los cantones de San Ramón, Orotina y San Mateo.
- Sistema Nacional Información Territorial (SNIT): se obtuvo información geográfica como curvas de nivel, información de carreteras, entre otras.
- InfraWorks Autodesk®: se obtuvo el modelo digital de terreno (MDT) y levantamiento de infraestructura existente.

- Instituto Meteorológico Nacional: suministró información de precipitación, humedad relativa, vientos, temperatura de las estaciones meteorológicas Balsa (ubicada en San Ramon), San Mateo y Oroceiba (ubicada en Orotina).
- Consejo Nacional de Vialidad: se obtuvo información de costos de infraestructura vial.
- Instituto Costarricense de Electricidad: se obtuvo información de costos de túneles.

3.3. Técnicas e Instrumentos de Investigación.

Las técnicas de investigación empleadas fueron:

3.3.1. Revisión documental

Esta técnica consiste en la exploración documental basada en la identificación de palabras y contenidos claves en distintos escritos, de los cuales se espera obtener información adecuada para el desarrollo del proyecto.

3.3.2. Análisis de Amenazas naturales para proyectos de inversión pública

Se fundamenta en una metodología elaborada por la Comisión Nacional de Emergencias (CNE), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN). Esta herramienta consiste en un instrumento para orientar, calificar y estimar un índice en función de las principales amenazas naturales de Costa Rica. El resultado de este análisis sirve para orientar sobre el tipo y profundidad de los análisis de riesgos a amenazas requerido en los proyectos de obra pública, lo anterior con el fin de reducir la exposición y fragilidad de los proyectos de infraestructura.

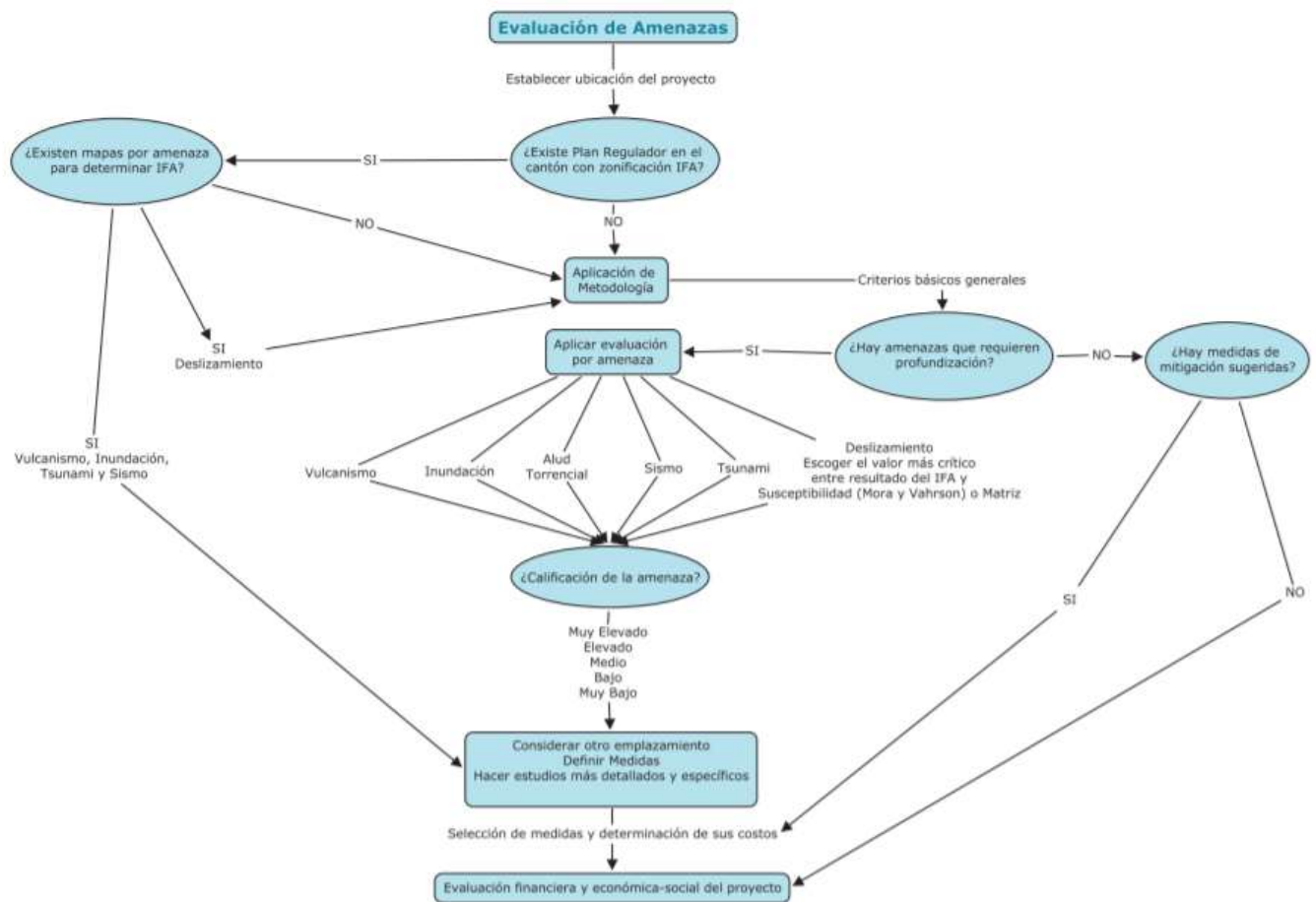


Ilustración 29: Esquema del procedimiento de análisis de las amenazas naturales.

Fuente: (MIDEPLAN, 2014)

3.3.3. Programa de diseño geométrico de vías

Para realizar el diseño geométrico del corredor se apoyó en el programa Civil 3D, el cual es una herramienta informática de diseño de infraestructura. Con este se logró diseñar el corredor vial en estudio en planimetría como en altimetría, lo anterior a partir de la utilización de curvas de nivel del modelo digital de terreno generado por el programa InfraWorks. A partir del programa Civil 3D se pudo identificar el cumplimiento de las normas de diseño geométrico de vías de la SIECA, así como el cálculo de volúmenes de tierra y cantidades de materiales de construcción.

Además, se utilizó el programa InfraWorks el cual es un programa informático para conceptualizar, optimizar y visualizar de forma más realista los proyectos de infraestructura vial, esto con el fin de ubicar el proyecto en el contexto del entorno construido y el entorno natural.

3.4. Procesamientos y Análisis de Datos.

3.4.1. Objetivo 1. Analizar con la metodología de análisis de amenazas naturales para proyectos de inversión pública de MIDEPLAN el trazado vial.

La identificación del trazo vial menos vulnerable a desastres naturales se obtuvo a partir de la identificación de las amenazas naturales cercanas al posible trazo geométrico de la carretera; esto se realizó con ayuda del sistema de información geográfica QGIS y a partir de información geográfica de amenazas de la CNE. Una vez identificado las amenazas se aplicó la “Metodología de Análisis de Amenazas Naturales para proyectos de inversión pública en etapa de perfil”, en donde se obtuvo la “Valoración del índice de la Amenaza” de los sectores vulnerables de la carretera.

Además, como complemento de lo anterior, para las cuencas hidrográficas Jesús María, Barranca, y “cuenca sin nombre” se realizó un análisis hidrológico mediante la utilización de información geográfica (curvas de nivel) y el “Método del Servicio de Conservación de suelos de Estados Unidos” (SCS), con el fin de evaluar el riesgo de inundación y así establecer la elevación de la infraestructura vial. Como resultado de lo anterior, se realizaron ajustes al alineamiento del corredor de forma iterativa, con el fin reducir vulnerabilidades.

3.4.2. Objetivo 2. Identificar el posible trazo vial técnicamente factible.

El diseño geométrico del corredor vial se realizó preliminarmente con ayuda de sistemas de información geográfica y con la utilización del programa InfraWorks, este se efectuó de una forma iterativa utilizando los resultados obtenidos en el objetivo 1 de este estudio.

Una vez definido la trayectoria del alineamiento, se realizó el diseño geométrico detallado del corredor, el cual se utilizó el programa Civil 3D aplicando la normativa nacional de la SIECA. Para lo anterior, se establecieron parámetros de diseño a partir de la jerarquía vial considerada y la demanda de usuarios del corredor, entre estos parámetros tenemos:

- El corredor se consideró que debe ser un “Conector de Integración Territorial”, esto debido a que une dos cantones de la provincia de Alajuela, conecta transversalmente dos de las rutas más importantes del país (Ruta Nacional 1 y Ruta Nacional 27) y por estar ubicada en condiciones de terreno montañoso, por ende, este Corredor debe tener según el Plan Nacional de Transporte de Costa Rica 2011-2035 las siguientes características:
 - Velocidades de diseño de 80 km/h.
 - Pendientes máximas longitudinal de 8%.
 - Sección transversal de 9 y 11 metros sin incluir taludes.
- La cantidad de carriles por sentido se determinó mediante la metodología contenida en el capítulo 21 denominada “Carreteras Multicarril” del Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2000, en donde se consideró un periodo de diseño de 20 años para lograr un nivel de servicio C.

3.4.3. Objetivo 3. Estudiar la infraestructura vial más adecuada para comunicar el Aeropuerto de Orotina con la ciudad de San Ramón aplicando conceptos de intermodalidad de los sistemas de transportes, sistema BRT, automóviles y ciclovías.

La identificación de la infraestructura vial requerida para contar con una intermodalidad entre sistemas de transportes, se obtuvo a partir del estudio del Plan Maestro del “Aeropuerto Internacional Metropolitano”, del sistema de transporte público existente, del sistemas de transportes masivo de pasajeros como es el “sistema de autobuses de tránsito rápido” (BRT), del estudio de la infraestructura para el ciclistas y para movilidad peatonal, esto con el fin de garantizar la conexión entre estos sistemas de transportes.

Para el estudio del sistema de transporte público existente, se utilizó información obtenida de la página web de la ARESEP, a partir de la cual se identificó las rutas y la cantidad de operadores actuales de autobuses. A partir de lo anterior, se identificó la ubicación de los nudos de conexión donde se propuso la construcción de “Terminales de Intercambios Intermodal” y estaciones “Intermedias de Transbodos”.

Para el estudio de la infraestructura vial requerida para el ciclista y el peatón, se realizó un análisis con el apoyo de sistemas de información geográfica a partir de la ubicación de las “Terminales de Intercambios Intermodal” y de las estaciones “Intermedias de Transbodos”, ubicación de centros de población y el radio de influencia recomendado por la bibliografía consultada.

A partir de lo anterior, se identificó las rutas nacionales y cantonales que requieren de su intervención para ofrecer la infraestructura vial para el ciclista y el peatón, con el fin de dar conexión con el sistema de transporte masivo de pasajeros propuesto (BRT). Para el diseño de esta infraestructura se apoyó en programas de diseño como el Civil 3D e InfraWorks.

3.4.4. Objetivo 4. Determinar el costo de la propuesta de infraestructura vial del corredor en dos escenarios y a partir de los resultados obtenidos escoger la opción más viable.

Para determinar el costo de la propuesta, esta se obtuvo mediante la estimación de cantidades de la infraestructura vial identificada en el objetivo 3. Para lo anterior, se determinó las cantidades creando “Líneas de muestreo” (Sample Line) a los alineamientos diseñados, con el objetivo de aplicar el método del “Área promedio” con el programa Civil 3D. Con respecto a los puentes se cuantificó las cantidades de cada uno de sus componentes, como por ejemplo superestructura, subestructura (bastiones y pilas) y escolleras.

Con el fin de obtener los precios de los reglones de pago, se realizó un análisis de los precios unitarios de las contrataciones 2014 LN-000017-OCV00 denominada “Mantenimiento rutinario con equipo especializado y rehabilitación del sistema pluvial de la Red Vial Nacional pavimentada” y la contratación 2014LN-000018-OCV00 denominada “Mantenimiento periódico y rehabilitación del pavimento de la Red Vial Nacional pavimentada” del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) y de la contratación licitación N° PIT-1-LPI-O-2016 denominada “Ampliación y rehabilitación de la Ruta Nacional N°1 - carretera Interamericana Norte, Limonal Cañas” del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT).

Para escoger la opción más viable, se determinó los costos de los dos escenarios de pavimentos diseñados en el objetivo 3 para los carriles de vehículos mixtos del "CIVO" (pavimento flexible y en pavimento semirrígido), con el objetivo de escoger la opción económicamente más viable.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y ANALISIS

En este apartado se detallan los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación.

4.1. Analizar con la metodología de Análisis de amenazas naturales para proyectos de inversión pública de MIDEPLAN el trazo vial.

4.1.1. Identificación de amenazas naturales.

Se identificaron las amenazas naturales presentes en los cantones de Orotina, San Mateo y San Ramón a partir de información de la Comisión Nacional de Emergencia (CNE) y la contenida en el Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) por ejemplo, Mapas de Amenazas y Peligros Naturales, descripción de amenazas ambos de la CNE e información Geográfica del SNIT. En donde se determinaron las siguientes amenazas naturales en el área de influencia del proyecto.

- Amenaza de deslizamiento.
- Amenaza de inundación.
- Amenaza alud torrencial.
- Amenaza volcánica.
- Amenaza de sísmica.
- Amenaza por tsunami.

4.1.1.1. Amenaza de deslizamientos.

La amenaza de deslizamientos se define como “un movimiento pendiente abajo, lento o súbito, debido a la ruptura y desplazamiento gravitatorio del terreno en una ladera que puede estar constituida por rocas, suelo y cobertura boscosa, o bien por rellenos artificiales. El movimiento puede haber sido propiciado por acción de la socavación en la parte inferior de los cauces de los ríos o quebradas, o por la intervención de la sismicidad, lluvias intensas o acciones humanas (cortes en laderas, apertura de caminos). Se caracterizan por la formación de una superficie de ruptura plana o curva, a partir de la cual se desplaza la masa de terreno que se ha separado del conjunto” (MIDEPLAN, 2014). A continuación, se presenta en resumen las características de vulnerabilidad identificadas por la CNE en los cantones donde se ubicará el "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO).

Cantón de Orotina:

Este cantón debido a las características topográficas y geológicas presentes hacen que este sea vulnerable a procesos como la inestabilidad de suelos. A nivel general, donde existe pendientes de laderas pronunciadas en el Este del cantón, hay mayor posibilidad de presentarse fenómenos de deslizamientos. Los poblados más vulnerables son: Concepción, Tigre, Mastate y Piedras de Fuego. Así como las zonas donde se hallan hecho cortes de caminos y tajos (Comisión Nacional de Emergencias, 2019).

Cantón de San Mateo:

Este cantón debido a las características de los suelos presentes hace que este sea vulnerable a procesos como la inestabilidad. Hacia el norte del cantón la pendiente de los terrenos es fuertes en los denominados Cerros del Aguacate, donde los procesos de inestabilidad son comunes, siendo vulnerables las regiones de San Juan de Dios, Dulce Nombre, Maderal, Desmonte, Quebrada Honda, Patio de Agua, Zapote. Además, las laderas de los Valles de los ríos Quebrada Honda, Machuca, Surubres, Salto, Jesús María. Hacia el sur son especialmente vulnerable aquellos sectores de fuerte pendiente cercanos a los ríos Machuca, Quebrada Vargas. Además, se debe recalcar que cualquier sitio en el cantón donde se hayan hecho cortes de caminos

o bien rellenos en terrenos de fuerte pendiente son vulnerables a este tipo de proceso. (Comisión Nacional de Emergencias, 2019).

Cantón de San Ramón:

Este cantón debido a las características topográficas y geológicas propias hacen que este cantón sea vulnerable a esta clase de fenómenos, tal y como ha sucedido en varias ocasiones. Hacia el norte del cantón, existen fuertes pendientes en terrenos compuestos por la acumulación de productos volcánicos. En esta región los deslizamientos pueden ser disparados tanto por sismos, como por las lluvias. Los sectores más vulnerables son aquellos lugares cercanos a los cauces de los principales ríos. Hacia la ciudad de San Ramón, existen algunos sitios de fuerte pendiente, especialmente hacia el límite de la ciudad donde es necesario se regulen las construcciones. El Sur del cantón, también es vulnerable a este tipo de proceso, donde inclusive hay evidencias importantes de este tipo de fenómenos, cerca del poblado de Berlín. Además, se debe recalcar que cualquier lugar del cantón donde se hayan hecho cortes de caminos y tajos es muy vulnerables a este tipo de proceso. (Comisión Nacional de Emergencias, 2019).

Como se muestra en la Ilustración 30, el terreno a ocupar por el CIVO tiene sectores donde se ha identificado por la CNE como vulnerables a la amenaza de deslizamiento, como en las cercanías del poblado “Dulce Nombre”, “Maderal”, “Quebrada Honda”, Mastate, Berlín y al sur de la ciudad de San Ramón contiguo a la Ruta Nacional 1.

Mapa de ubicación deslizamientos respecto al "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO)

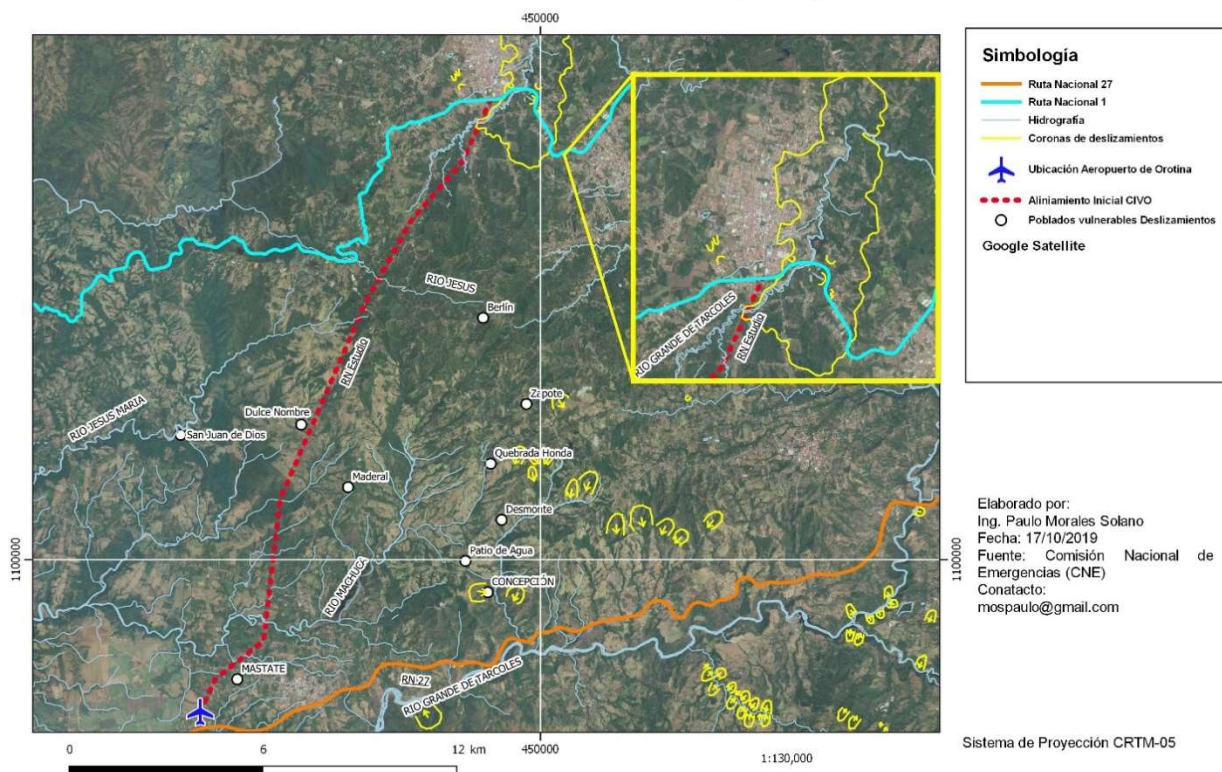


Ilustración 30: Mapa de ubicación deslizamientos y zonas vulnerables respecto al CIVO.

Fuente: Propia con información de (Comisión Nacional de Emergencias, 2019) y (Sistema Nacional de Información Territorial, 2019)

4.1.1.2. Amenaza de Inundación

Con respecto a esta amenaza, a partir de información del Atlas 2014 se identifica que la zona influencia donde se ubicará el CIVO existe baja probabilidad de inundación, como se muestra en la Ilustración 31: Mapa de categorización de riesgo de inundación respecto al CIVO.

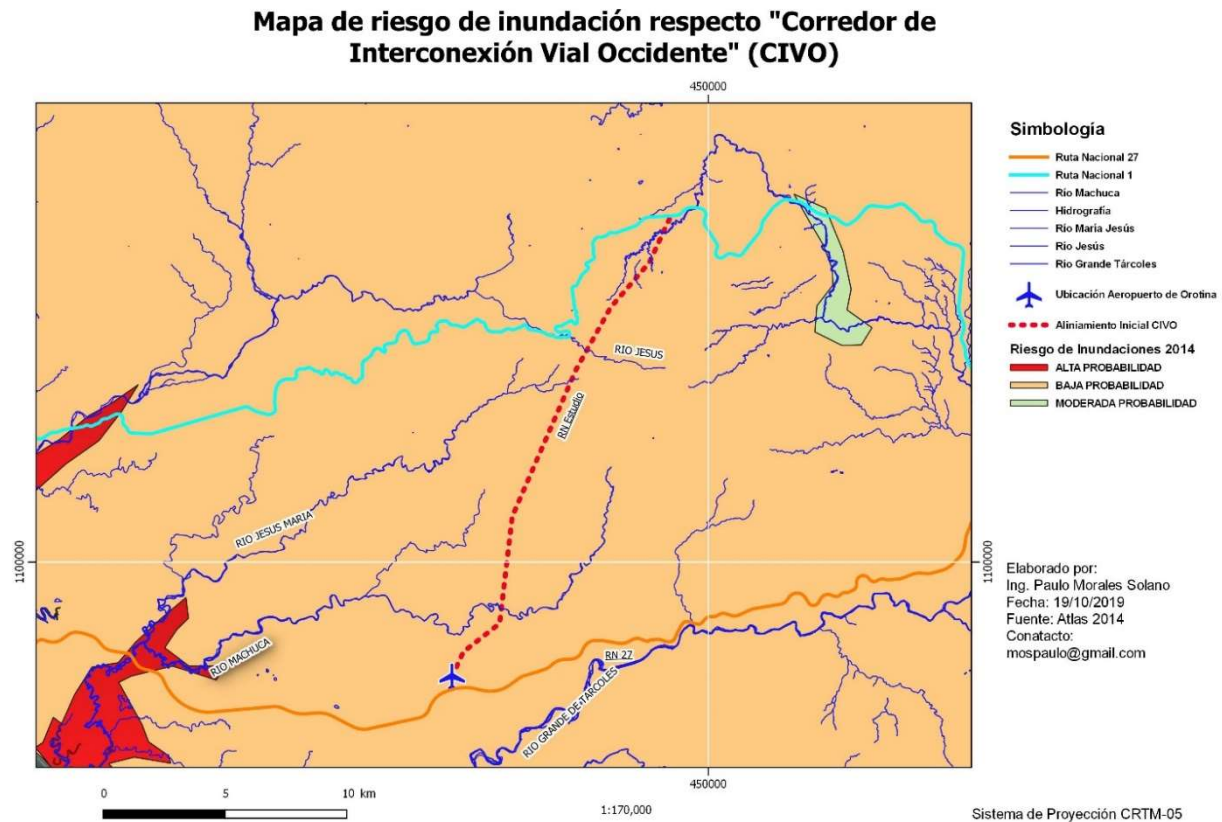


Ilustración 31: Mapa de categorización de riesgo de inundación respecto al CIVO.

Fuente: Propia con información de (Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2008), (Sistema Nacional de Información Territorial, 2019).

Con respecto a la información obtenida de los mapas de inundación e información geográfica de la CNE, se ha identificado las zonas más vulnerables a ser inundados:

Tabla 9: Zonas afectadas por Inundaciones.

Cantón	Red Fluvial	Zonas Afectadas
Orotina	Quebrada Zúñiga	Cuatro Esquinas
San Mateo	Río Machuca	Desamparados
	Río Centeno	Ramadas
	Río Jesús María	Jesús María
San Ramón	Río Grande	Santiago

Fuente: Propia con información CNE y del SNIT.

Mapa de ubicación zonas inundables respecto "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO)

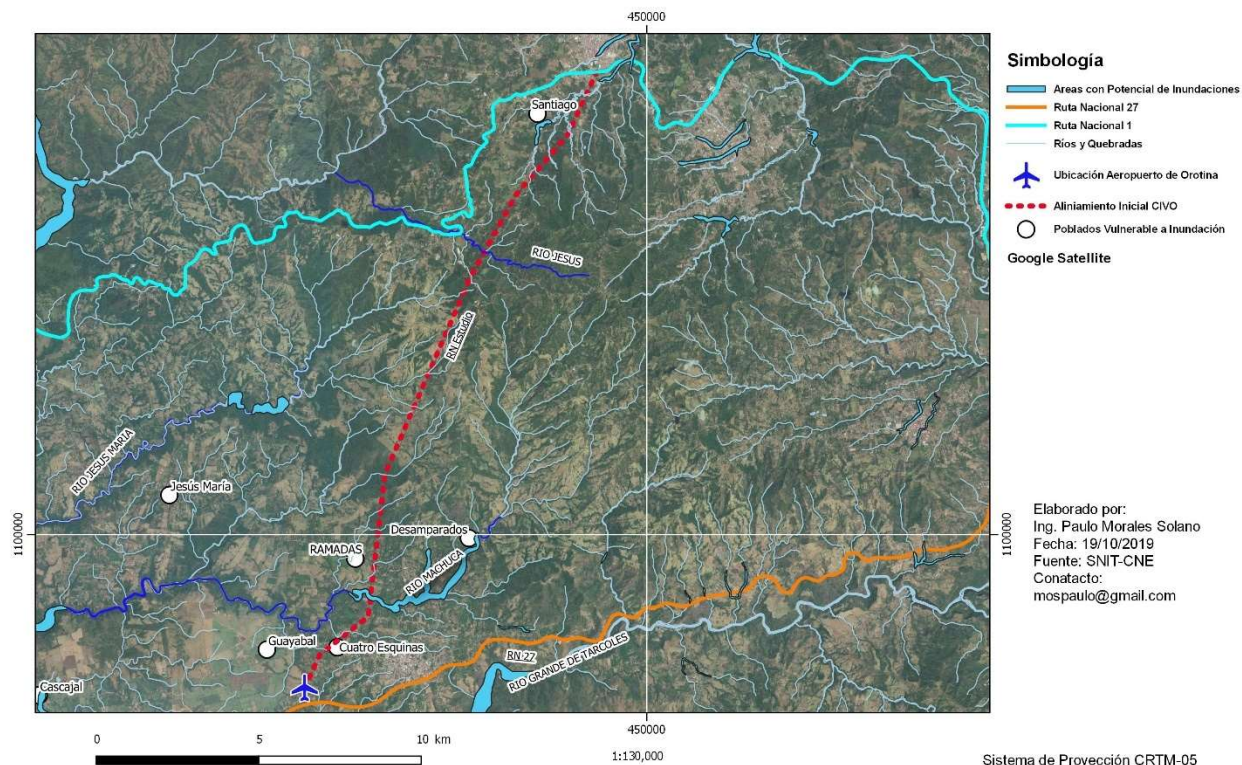


Ilustración 32: Mapa de ubicación zonas Inundables respecto al CIVO.

Fuente: Propia con información de (Comisión Nacional de Emergencias, 2019) y (Sistema Nacional de Información Territorial, 2019)

4.1.1.3. Amenaza Alud Torrencial

Esta amenaza se define como un “movimiento muy rápido de masas de materiales sólidos, como por ejemplo grandes bloques de roca, grava y arena, con ciertas cantidades de materiales más finos como limo y arcilla, mezclados con agua, biomasa y aire atrapado. Ocurren con más frecuencia en las laderas de pendiente elevada y transitan por cauces de quebradas y ríos de montaña. Tienen como agravante un comienzo súbito y la elevada velocidad de flujo” (MIDEPLAN, 2014). En la zona de estudio se identifica que las zonas vulnerables a la amenaza de Alud Torrencial son los poblados de Orotina, Cuatro Esquinas, Desamparados, Ramadas y Jesús María (Comisión Nacional de Emergencias, 2019). Además, a partir de la combinación de información geográfica se identificó que existe potencial de esta amenaza sobre el Río Machuca al existir un deslizamiento en la parte alta de la cuenca (ver Ilustración 33: Mapa de ubicación zonas vulnerables a la amenaza Alud Torrencial.)

Mapa de ubicación zonas con posible presencia de la Amenaza Alud Torrencial respecto "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO)

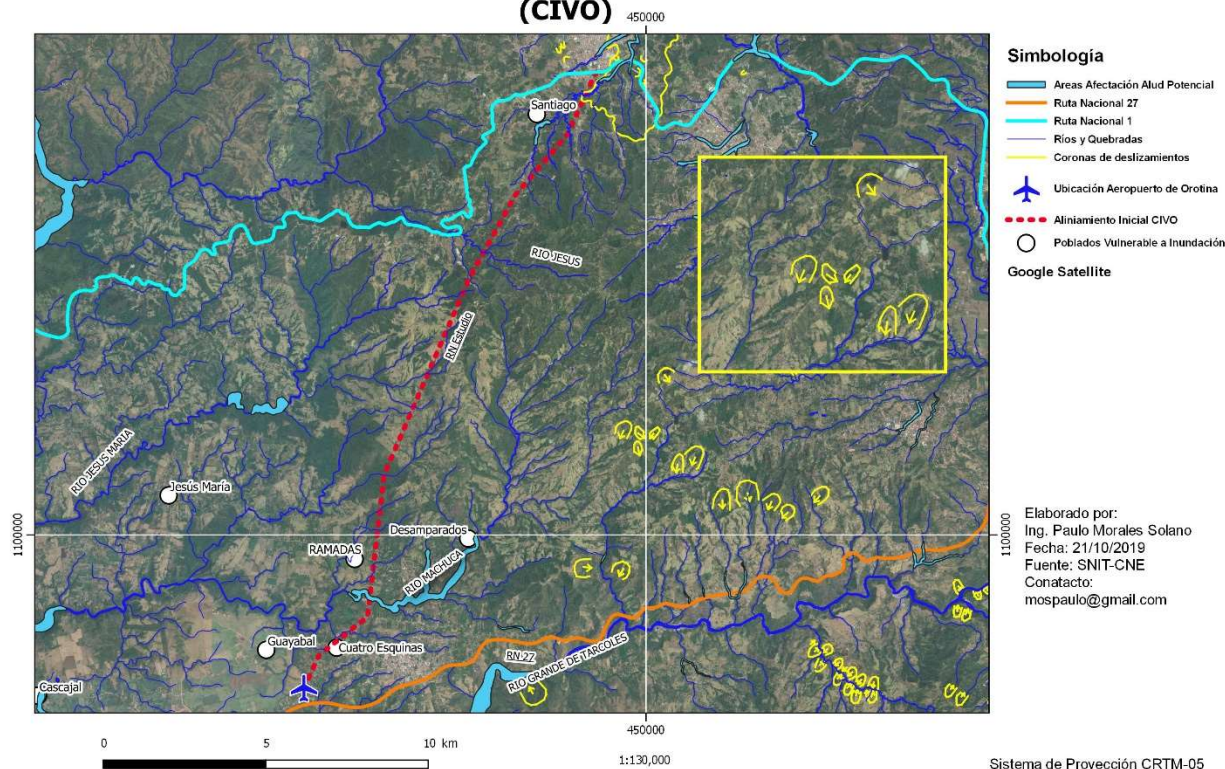


Ilustración 33: Mapa de ubicación zonas vulnerables a la amenaza Alud Torrencial.

Fuente: Propia con información de (Comisión Nacional de Emergencias, 2019) y (Sistema Nacional de Información Territorial, 2019)

4.1.1.4. Amenaza Volcánica

Esta amenaza se define como un “proceso de la geomecánica interna que consiste en la salida del magma desde el interior de la tierra, bajo la forma de rocas fundidas y piroclásticos, acompañados de la emisión de gases y vapores hacia la atmosfera (MIDEPLAN, 2014). Para la zona en estudio, se identificó la presencia de amenaza volcánica en cantón de San Ramón, debido a la cercanía de este cantón con el Volcán Poas (30 km aproximadamente), el cual podría causar afectaciones por caída de ceniza, como por ejemplo contaminación de los Ríos Espino, San Lorenzo, La esperanza y Peñas Blancas; así como trastornos respiratorios, a la agricultura y Ganadería de los poblados Bajo Jamaical, Colonia Puriscaleña, San Lorenzo, Alto Villegas, Cedral, Los Criques, Chachagua, San Isidro (Comisión Nacional de Emergencias, 2019), los cuales se encuentran alejados del CIVO, ver figura Ilustración 34: Mapa de ubicación zonas vulnerables a la amenaza Volcánica.

Mapa de ubicación amenaza volcánica respecto "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO)

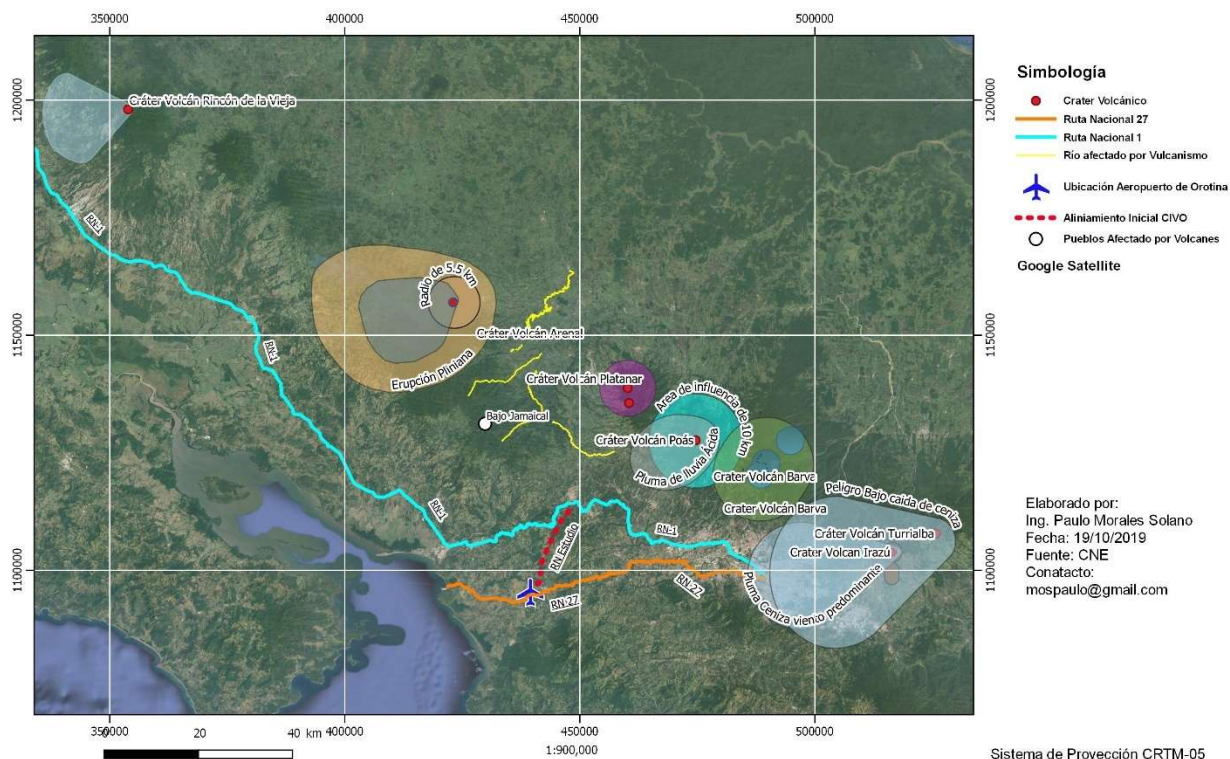


Ilustración 34: Mapa de ubicación zonas vulnerables a la amenaza Volcánica.

Fuente: Propia con información de (Comisión Nacional de Emergencias, 2019) y (Sistema Nacional de Información Territorial, 2019)

4.1.1.5. Amenaza Sísmica

Esta amenaza se define como la ocasionada por el “movimiento vibratorio que se origina en el interior de la Tierra y se propaga en todas direcciones en forma de ondas. La causa principal de su ocurrencia es el movimiento de las placas tectónicas, lo que provoca la liberación de energía que termina remeciendo bruscamente la corteza. Otra causa que puede incidir en la generación de sismos son las erupciones volcánicas” (MIDEPLAN, 2014).

En la zona de estudio se identifica la presencia de fuentes sísmicas que en el pasado han demostrado tener un grado de actividad importante, como por ejemplo las fallas Jesús María, Tivives-Bajamar, la falla de Alajuela y eventos sísmicos generados por subducción de placas Cocos y Caribe (Comisión Nacional de Emergencias, 2019). A continuación, se detalla un resumen de las características de estas fallas.

Tabla 10: Características de las fallas tectónicas cercanas al CIVO.

Nombre de la Falla Tectónica	Longitud	Potencial	Historia
Fallas Tivives y Bajamar	Falla bajamar: 6.6 km Falla Tivives: 8 km	Magnitudes 6.a 6.2 Mw	No Existe referencia a grandes sismos asociados.
Falla Tronco Negro	12 km	Magnitudes de 6.4 Mw	Sismicidad superficial de 1996 a 1998.
Falla Jesús María	23 km incluyendo zona marina y continental	Magnitudes 6.5 a 7.0 Mw	Sismo de Orotina del 4 de marzo de 1994, Magnitud 7.0 Mw
Falla de Alajuela	20 km	Magnitudes de hasta 6.2 Mw	Terremoto de Barba del 15 de febrero 1772. Terremoto de Fraijanes del 30 de diciembre 1888. Enjambres sísmicos con magnitudes menores a 4,0.
Falla Candelaria	85 km	Magnitudes de alrededor de 7.0 Mw	Enjambre sísmico de Puriscal año 1990
Falla Jamaical	Compuesta por 3 trazas, la mayor tiene una longitud de 32 km	Magnitud de hasta 6.8 Mw	Se relaciona con sismo de baja magnitud.

Fuente: Propia con información de la (Red Sismológica Nacional, 2019).

En la Ilustración 35: Mapa de ubicación fallas tectónicas y ubicación de epicentros de sismos respecto al CIVO, se muestra la ubicación de las fallas anteriores y la magnitud de los sismos registrados. De la información anterior, se observa que en el área de emplazamiento del CIVO está rodeado por gran cantidad de fallas tectónicas, que en el pasado han tenido magnitudes entre 4.4 y 6.0 Mw, con potencial de producir sismos de hasta 7.0 Mw.

Símbolos

- Magnitud de Sismos
 - 1.2 - 2.8
 - 2.8 - 4.4
 - 4.4 - 6.0
- Ruta Nacional 27
- Ruta Nacional 1
- Ubicación Aeropuerto de Orotina
- Aliniamiento Inicial CIVO
- Fallas Cuaternario
- Fallas Paleotectónicas
- dirección de desplazamiento de fallas_A
- Pieques

Google Satellite

Elaborado por:
Ing. Paulo Morales Solano
Fecha: 17/10/2019
Fuente: Comisión Nacional de Emergencias (CNE)
Contacto:
mospaulo@gmail.com

Sistema de Proyección CRTM-05

Fuente: Propia con información de (Comisión Nacional de Emergencias, 2019), (Red Sismológica Nacional) y (Sistema Nacional de Información Territorial, 2019)

Esta amenaza es conocida como inundación por marejada. “Es una ola o serie de olas que se producen en una masa de agua al ser empujada violentamente por una fuerza que la desplaza verticalmente. Estas olas determinan la inundación de áreas de territorios habitualmente no ocupadas por la masa acuática” (MIDEPLAN, 2014).

52

Mapa de ubicación del "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO) con respecto a la Costa Pacífica Vulnerable a la Amenaza Tsunami.

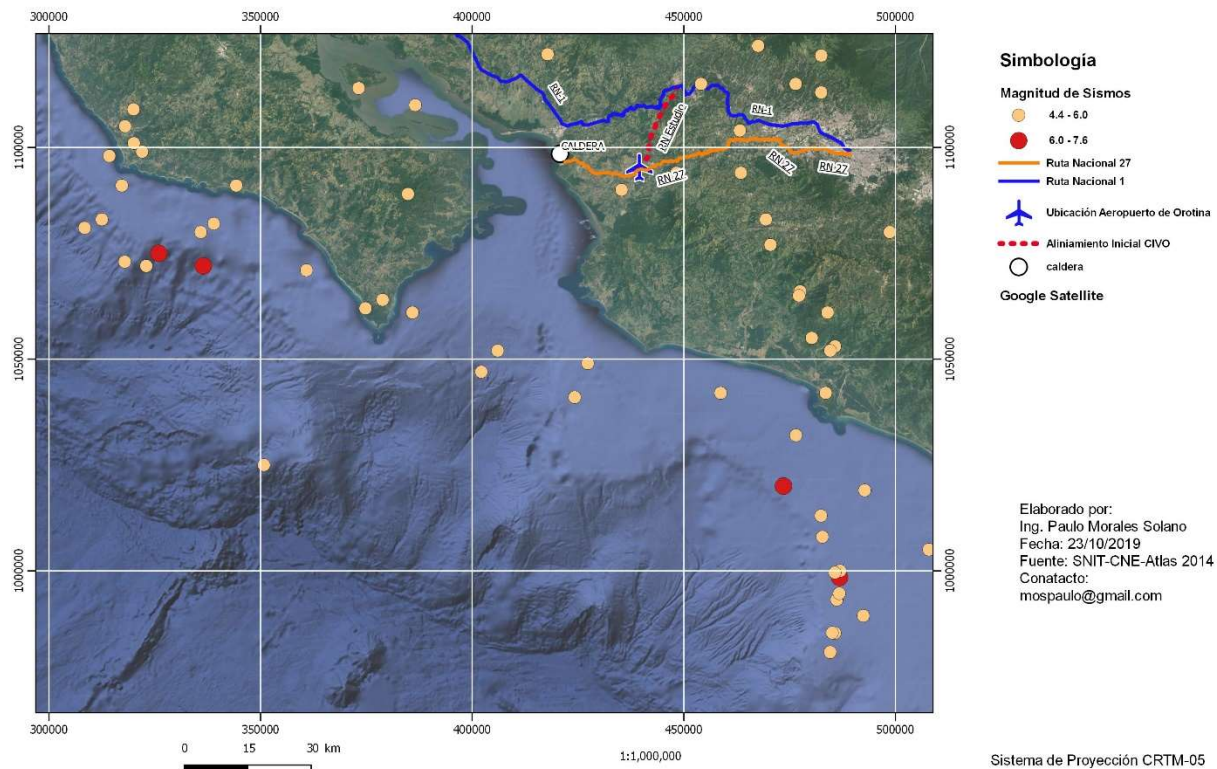


Ilustración 36: Mapa de ubicación CIVO con respecto a la Costa Pacífica vulnerable a la Amenaza Tsunami

Fuente: Propia con información de (Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2008), (Sistema Nacional de Información Territorial, 2019).

4.1.2. Aplicación “Metodología de Análisis de Amenazas Naturales para proyectos de inversión pública en etapa de perfil”

Se aplica la Metodología de Amenazas Naturales para proyectos de inversión pública al corredor vial en estudio. Esta metodología considera siguientes las amenazas naturales, por ser las más recurrentes en el país:

- Alud Torrencial.
- Deslizamiento.
- Inundación.
- Sismo.
- Tsunami.
- Vulcanismo.

4.1.2.1. Amenaza a deslizamiento

La características topográficas y geológicas de los cantones de San Ramón y San Mateo como se identificó en el apartado 4.1.1.1, hacen que estos lugares sean vulnerables a deslizamientos. El "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO), al atravesar el denominado Cerros del Aguacate es vulnerable a presentar estos fenómenos de inestabilidad, el cual existe evidencia histórica. Los poblados identificados con mayor vulnerabilidad son las regiones de San Juan de Dios, Maderal y Quebrada Honda del cantón de San Mateo, y los poblados de Berlín en el cantón de San Ramón.

Para aplicar la metodología, se utiliza la información de la estación meteorológica N° 82011 "San Mateo", ubicada en las coordenadas 09° 55' 54.5" de latitud Norte y 84° 31' 09" de longitud Oeste, el cual está instalada a una altitud de 182 m.s.n.m (Instituto Metereológico Nacional, 2019). Se escoge esta, debido a que se ubica entre 3 a 7 km de los tramos con mayores pendientes de terreno del corredor en estudio.

Con la información de la precipitación máxima en 24 horas de esta estación, se estimó con la distribución Gumbel esta precipitación con un periodo de retorno de 50 años (MIDEPLAN, 2014), mediante las siguientes ecuaciones.

$$X = x_m + k * S_{n-1}$$

X: valor máximo de precipitación pata un periodo de retorno T.

x_m : media de la serie dada de valores máximos,

k: factor de frecuencia, que indica el número de veces de desviación típica en que el valor extremo considerado excede la media de la serie.

S_{n-1} : Desviación estándar.

Tabla 11: Precipitación máxima en 24 horas.

Precipitación máxima en 24 horas	
Años	Máximos Lluvia
2012	20.5
2013	95
2014	75.7
2015	77.8
2016	76.5
2017	168
2018	115.8
2019	69.9

Fuente: (Instituto Metereológico Nacional, 2019).

$$k = \frac{(y_t - y_n)}{S_n}$$

$$y_T = -\ln\left(\ln\frac{T}{T-1}\right)$$

y_T = Variable Gumbel para el periodo T.

y_n : Valor que se obtiene a partir del número de años de la serie, cuadro IV.1 (MIDEPLAN, 2014).

S_n : Valor que se obtiene a partir del número de años de la serie, cuadro IV.1 (MIDEPLAN, 2014).

Tabla 12: Cálculos de Distribución Gumbel

Distribución Gumbel		
x_m	87.40	mm
S_{n-1}	42.24	mm
Periodo de Retorno (T)	50	años
y_t (variable de Gumbel)	3.90	
Cantidad de datos	8	
y_n	0.484	
S_n	0.904	
k	3.78	
X (Valor Máxima lluvia periodo de retorno 50 años)	247.04	mm

De los cálculos anteriores, se obtiene que la precipitación máxima en 24 horas es de 247.04 mm para un periodo de retorno de 50 años.

Se determina el parámetro de humedad, esta se estima a partir de los promedios mensuales de precipitación y según la metodología se supone una evapotranspiración potencial de 125 mm/mes (MIDEPLAN, 2014).

Tabla 13: Determinación de valoración parámetro de humedad del suelo del terreno, Estación Meteorológica San Mateo.

Estación San Mateo (N° 82011)		
Mes	Precipitación Mensual	Valor Asignado
Enero	2.34	0
Febrero	3.17	0
Marzo	6.18	0
Abril	114.2	0
Mayo	278.84	2
Junio	256.78	2
Julio	160.6	1
Agosto	252.87	2
Septiembre	394.02	2
Octubre	427.2	2
Noviembre	201.17	1
Diciembre	32.77	0
	Sumatoria	12

Fuente: (Instituto Meteorológico Nacional, 2019).

Como se muestra en la Ilustración 37, las pendientes del terreno en el sector montañoso del corredor vial en estudio se encuentran su mayoría entre los 23° y los 35°, pero existen sectores donde la pendiente es mayor a 35°.

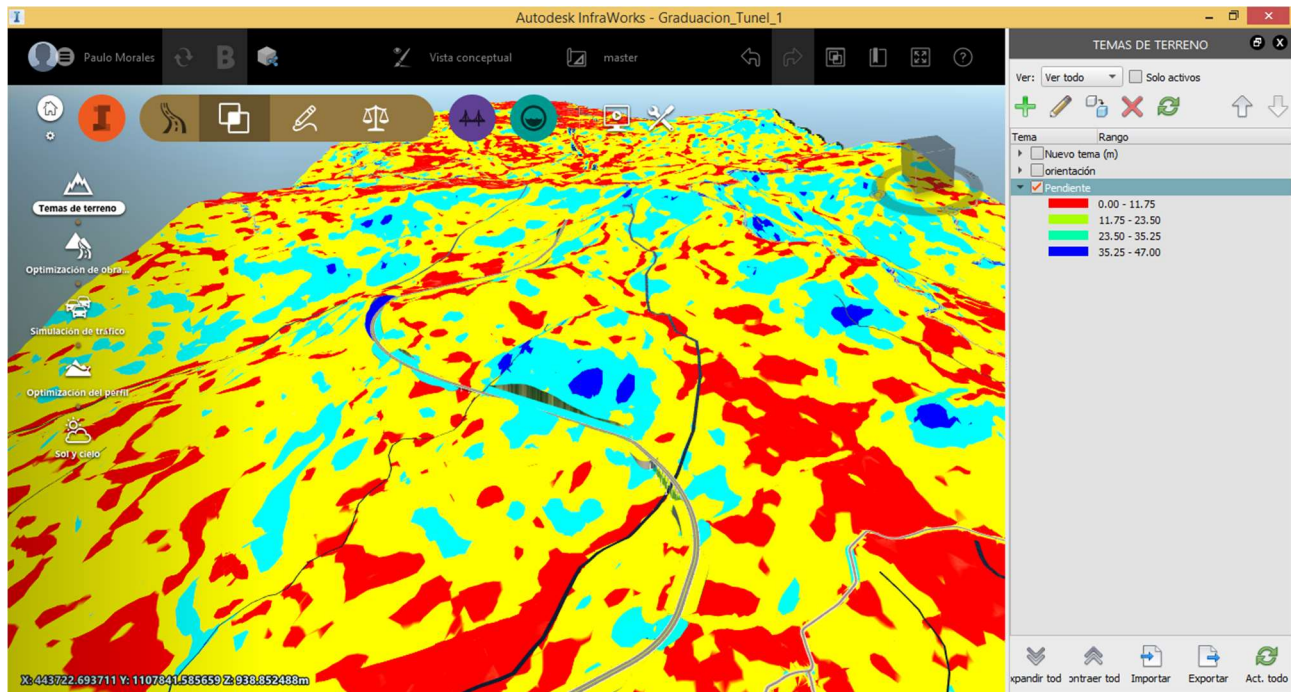


Ilustración 37: Análisis de pendientes sector montañoso, Corredor Vial en Estudio.

Fuente: Modelo con InfraWorks.

Con la información anterior, se procede aplicar la Matriz de Amenaza de deslizamiento en donde se le asigna un puntaje a cada una de las variables en estudio, para al final obtener el “Índice de Amenaza”, el cual es un parámetro de calificación cualitativa de la peligrosidad de la amenaza.

Tabla 14: Matriz Amenaza de deslizamiento.

AMENAZA DE DESLIZAMIENTO						
VARIABLE	PARAMETROS		NIVEL DE INCIDENCIA	PUNTAJE	VALOR	INDICE
Deslizamientos en proceso o antecedentes de deslizamientos. Utilizar radio sugerido de 1500 m alrededor del proyecto. Consultar Mapas e informes de CNE y testimonio de vecinos.	Si		Muy alto	5	5	30.00
	No		Muy bajo	1		
Valoración del parámetro de humedad del terreno	20-24		Muy alto	5	3	15.00
	15-19		Alto	4		
	10-14		Medio	3		
	5-9		Bajo	2		
	0-4		Muy Bajo	1		
Zonas Sísmicas	IV		Muy alto	5	4	15.00
	III		Alto	4		
	II		Medio	3		
Precipitación máxima en 24 horas, periodo de retorno de 50 años (mm de lluvia en 24 horas)	> 400 mm		Muy alto	5	3	15.00
	300 – 400 mm		Alto	4		
	200 – 300 mm		Medio	3		
	100-200 mm		Bajo	2		
	<100 mm		Muy bajo	1		
Clases de pendiente promedio de la ladera	> 35° Terrenos muy escarpados o con pendiente compleja en zonas montañosas		Muy Alto	5	5	12.50
	Entre 16° y 35° Terrenos moderadamente escarpados o acolinados.		Medio	3		
	Entre 8° y 16° Terrenos casi planos a inclinados o lomeríos suaves.		Bajo	2		
	< 8° Terrenos planos a casi planos		Muy Bajo	1		
Ubicación del sitio - Posición del área del proyecto respecto a la ladera, en metros	< 50	El sitio está encima o muy al borde o al pie de taludes o en la zona de depósitos de los materiales (suelo, roca, etc.) o en zonas con cortes de talud verticales realizados por la actividad humana.	Muy Alto	5	5	12.50
	51 – 150	El sitio se ubica en zonas cercanas al borde de taludes, o en laderas modificadas por la actividad humana.	Medio	3		
	151 -200	Alejada de taludes artificiales o naturales y no hay laderas cercanas	Muy Bajo	1		
INDICE TOTAL					100.00	4.25

Fuente: Propia.

Como resultado de la matriz de Amenaza de deslizamiento, se obtiene un “Índice de Amenaza” de 4.25, el cual corresponde a un nivel de amenaza de deslizamiento “Muy Alto”, como se muestra a continuación.

Tabla 15: Escala de Valoración del Índice de Amenaza

Nivel de Amenaza	Índice de Amenaza
Muy Alto	4.01-5.00
Alto	3.01-4.00
Medio	2.01-3.00
Bajo	1.01-2.00
Muy Bajo	Igual a 1

Fuente: (MIDEPLAN, 2014).

4.1.2.2. Amenaza de Inundación

A partir de la identificación de los ríos, quebradas y zonas afectadas por esta amenaza en el pasado y el trazo geométrico realizado del Corredor, se identifica que el Río Machuca en el Cantón de Orotina, Quebrada Grande en el Cantón de San Mateo y el Río Grande en el Cantón de San Ramón, poseen potencial de ocasionar inundaciones en presencia de eventos hidrometeorológicos extremos.

A partir del sistema de información geográfica y el modelo topográfico generado en el programa InfraWorks, se determina la vulnerabilidad a la amenaza de inundación de los puntos identificados anteriormente.

Puente sobre el Río Machuca

Este puente se ubica en las coordenadas (433,165.12; 1,097,602.45) del sistema CRTM-05, este puente se sitúa a 1 kilómetro de la zona de identificada por la CNE como inundable.

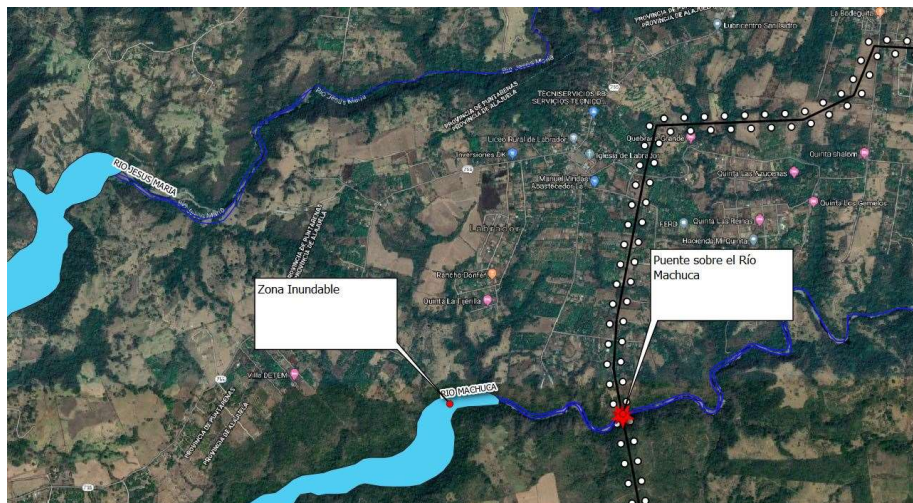


Ilustración 38: Ubicación del Puente sobre el Río Machuca y zona inundable.

Fuente: Propia con información de (Comisión Nacional de Emergencias, 2019) y (Sistema Nacional de Información Territorial, 2019)

A partir del modelo digital de terreno del programa InfraWorks, se determina que el cauce del Río Machuca a la altura del corredor vial en estudio tiene un cauce muy amplio (ancho de 260 m) y una profundidad de 50 m aproximadamente. Los terrenos aledaños al Río tienen pendientes que oscilan entre el 16° ($\approx 28\%$) y 24° ($\approx 44\%$) como se muestra en la Ilustración 41.



Ilustración 39: Imagen de topografía del terreno sobre el margen del Río Machuca y el Corredor Vial en Estudio.

Fuente: Modelo con InfraWorks.



Ilustración 40: Imagen de curvas de nivel del terreno sobre el margen del Río Machuca y el Corredor Vial en Estudio.

Fuente: Modelo con InfraWorks.

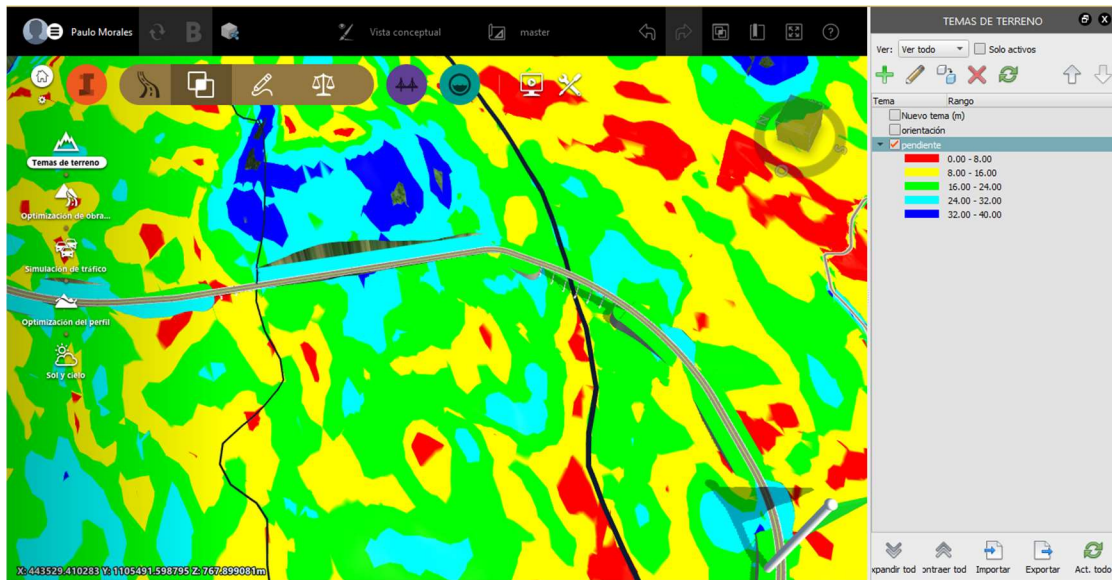


Ilustración 41: Análisis de pendientes terrenos contiguo al Río Machuca y el Corredor Vial en Estudio.

Fuente: Modelo con InfraWorks.

Para determinar la variable “Pendiente promedio del terreno con Precipitación” se requiere determinar la precipitación promedio mensual de los tres meses más lluviosos, el cual para la estación meteorológica N° 82011 “San Mateo”, corresponden a los meses de mayo, setiembre y octubre como se muestra en la Tabla 13.

$$Precipitación_{prom} = \frac{278.84 + 394.02 + 427.2}{3} = 366.69 \text{ mm}$$

Tabla 16: Matriz de Combinación 1, Pendiente promedio de terreno con precipitación (promedio mensual 3 meses más lluviosos).

Pendiente % / Precipitación mm	Mayor a 500	400 a 500	200 a 400	200 a 300	Menor a 200
Menor a 8	5	5	4	4	3
8 a 15	5	4	3	3	2
15 a 30	3	3	2	1	1
30 a 60	2	2	1	1	1
Mayor a 60	1	1	1	1	1

Fuente: (MIDEPLAN, 2014)

La variable humedad, se determina con el mismo procedimiento de la amenaza a deslizamiento realizado anteriormente, en este se obtuvo un parámetro de humedad de 12, según

Tabla 13. Con respecto a la variable “Cobertura vegetal, Vegetación predominante” se obtiene que la cobertura de bosque de la cuenca Jesús María es de 30%, por lo que se decide utilizar conservadoramente como cobertura “Charral o pastos” debido a esta poca cobertura de bosque.

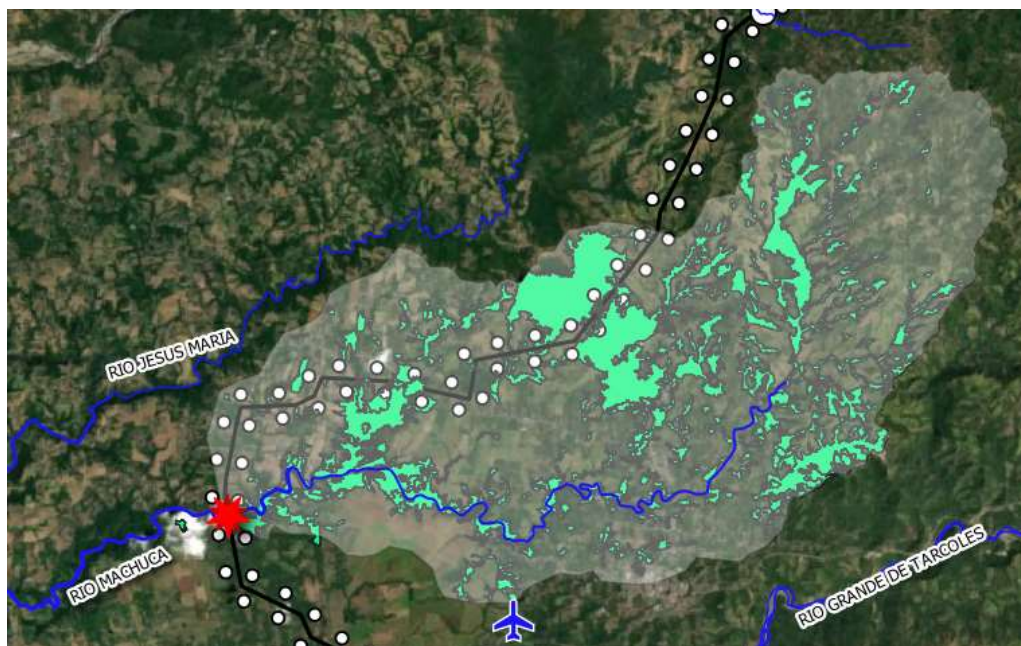


Ilustración 42: Área cobertura de Bosque Cuenca en Estudio.

Fuente: Propia con información de (Sistema Nacional de Información Territorial, 2019)

Para determinar la variable “Distancia a cuerpos de agua y Altura sobre el tirante de agua”, se utiliza la Matriz de combinación 2, donde se relaciona la distancia horizontal del proyecto con respecto al cuerpo de agua, con la distancia vertical medida desde la proyección horizontal de la ubicación del terreno del proyecto hasta la superficie del cuerpo de agua. Para este punto de estudio se considera conservadoramente que los bastiones del puente se encuentran a 30 metros del borde del cauce del río y el puente se ubica a más de 8 metros para obtener una valoración de 2.

Tabla 17: Matriz de Combinación 2, distancia a cuerpos de agua con altura sobre el tirante de agua.

Distancia metros / Altura metros	0 a 2	2 a 4	4 a 6	6 a 8	Mayor a 8
Menor a 10	5	5	4	3	3
10 a 50	5	4	3	3	2
50 a 100	4	4	3	2	2
100 a 200	3	3	2	2	1
Mayor a 200	3	2	2	1	1

Fuente: (MIDEPLAN, 2014)

Tabla 18: Matriz de Amenaza de Inundación, Puente sobre el Río Machuca

AMENAZA DE INUNDACIÓN						
VARIABLE	PARAMETRO	NIVEL DE INCIDENCIA	PUNTAJE	VALOR	PONDERADOR %	INDICE
Localización en zonas de amenaza con potencial de inundación	Si	Muy Alto	5	1	35	0.35
	No	Muy bajo	1			
Pendiente promedio del terreno con Precipitación (promedio mensual 3 meses más lluviosos en mm) (Matriz combinación 1)	Combinación de parámetros	Muy alto	5	1	20	0.2
		Alto	4			
		Medio	3			
		Bajo	2			
		Muy bajo	1			
Valoración del parámetro de humedad del terreno	20 - 24	Muy alto	5	3	15	0.45
	15 - 19	Alto	4			
	10 - 14	Medio	3			
	5 - 9	Bajo	2			
	0 - 4	Muy bajo	1			
Cobertura vegetal, Vegetación predominante.	Suelo desnudo o herbáceo	Muy alto	5	4	10	0.4
	Charral	Alto	4			
	Arbustiva	Medio	3			
	Bosque no denso	Bajo	2			
	Bosque denso	Muy Bajo	1			
Distancia a cuerpos de agua y Altura sobre el tirante de agua (Matriz de combinación 2)	Combinación de parámetros	Muy alto	5	2	20	0.4
		Alto	4			
		Medio	3			
		Bajo	2			
		Muy Bajo	1			
INDICE TOTAL						1.8

Fuente: Propia.

Como resultado de la matriz de Amenaza de Inundación, se obtiene para el puente sobre el Río Machuca un “Índice de Amenaza” de 1.8, el cual corresponde a un nivel de amenaza de Inundación “Bajo”, según Tabla 15.

Puente sobre Quebrada Grande, Estación 9+399.5

Este puente se ubica en las coordenadas (433,733.22; 1,099,890.80) del sistema CRTM-05, este puente se ubica en el límite entre los distritos de Jesús María y Labrador del cantón de San Mateo.

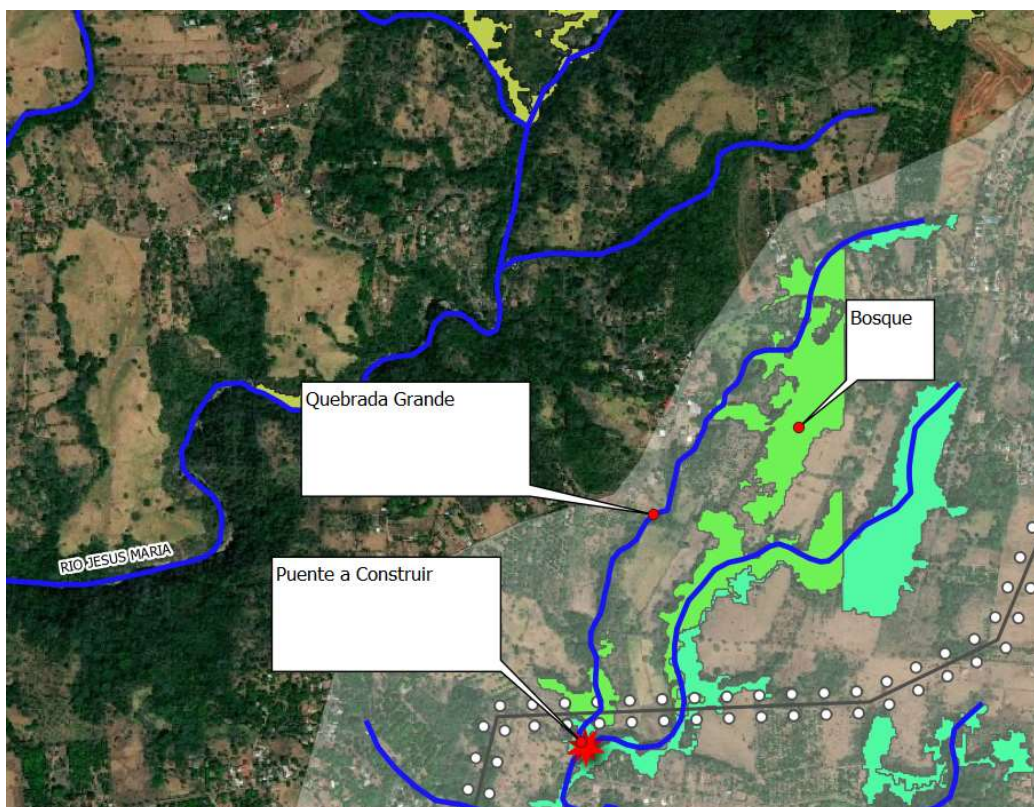


Ilustración 43: Ubicación del Puente sobre Quebrada Grande y áreas con bosque.

Fuente: Propia con información de (Comisión Nacional de Emergencias, 2019) y (Sistema Nacional de Información Territorial, 2019)

A partir del modelo digital de terreno del programa Infraworks, se determina que el cauce de la Quebrada Grande a la altura del corredor vial en estudio tiene un cauce de poca profundidad. Los terrenos aledaños al Río tienen pendientes que oscilan entre el 8° ($\approx 14\%$) y 16° ($\approx 28\%$) y algunos sectores con pendientes menores o iguales al 8° como se muestra en la Ilustración 46.



Ilustración 44: Imagen de topografía del terreno sobre el margen de la Quebrada Grande y el Corredor Vial en Estudio.

Fuente: Modelo con InfraWorks.



Ilustración 45: Imagen de curvas de nivel del terreno sobre el margen de Quebrada Grande y el Corredor Vial en Estudio.

Fuente: Modelo con InfraWorks.

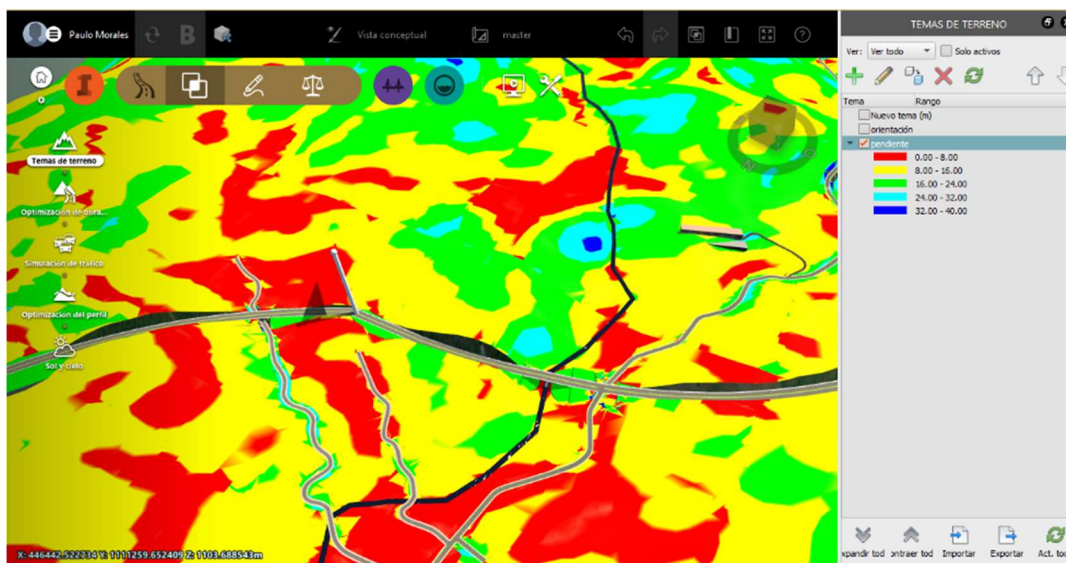


Ilustración 46: Análisis de pendientes terrenos contiguo a la Quebrada Grande y el Corredor Vial en Estudio.

Fuente: Modelo con InfraWorks.

Para este punto de análisis se tiene:

- $Precipitación_{prom} = 366.69 \text{ mm}$

- Valoración parámetro de humedad del terreno: 12, según
- Tabla 13.
- Pendiente del terreno: menor 8° (14%), según Ilustración 46
- Cobertura vegetal, Vegetación predominante: “Charral o pastos”, debido a esta poca cobertura de bosque en la Cuenca.
- Distancia horizontal entre el cauce y el puente: 40 m.
- Distancia vertical entre el espejo de agua y el puente: 8 m

Tabla 19: Matriz de Combinación 1, Pendiente promedio de terreno con precipitación (promedio mensual 3 meses más lluviosos).

Pendiente % / Precipitación mm	Mayor a 500	400 a 500	200 a 400	200 a 300	Menor a 200
Menor a 8	5	5	4	4	3
8 a 15	5	4	3	3	2
15 a 30	3	3	2	1	1
30 a 60	2	2	1	1	1
Mayor a 60	1	1	1	1	1

Fuente: (MIDEPLAN, 2014)

Tabla 20: Matriz de Combinación 2, distancia a cuerpos de agua con altura sobre el tirante de agua.

Distancia metros / Altura metros	0 a 2	2 a 4	4 a 6	6 a 8	Mayor a 8
Menor a 10	5	5	4	3	3
10 a 50	5	4	3	3	2
50 a 100	4	4	3	2	2
100 a 200	3	3	2	2	1
Mayor a 200	3	2	2	1	1

Fuente: (MIDEPLAN, 2014)

Tabla 21: Matriz de Amenaza de Inundación, Puente sobre Quebrada Grande

AMENAZA DE INUNDACIÓN						
VARIABLE	PARAMETRO	NIVEL DE INCIDENCIA	PUNTAJE	VALOR	PONDERADOR %	INDICE
Localización en zonas de amenaza con potencial de inundación	Si	Muy Alto	5	5	35	1.75
	No	Muy bajo	1			
Pendiente promedio del terreno con Precipitación (promedio mensual 3 meses más lluviosos en mm) (Matriz combinación 1)	Combinación de parámetros	Muy alto	5	4	20	0.8
		Alto	4			
		Medio	3			
		Bajo	2			
		Muy bajo	1			
Valoración del parámetro de humedad del terreno	20 - 24	Muy alto	5	3	15	0.45
	15 - 19	Alto	4			
	10 - 14	Medio	3			
	5 - 9	Bajo	2			
	0 - 4	Muy bajo	1			
Cobertura vegetal, Vegetación predominante.	Suelo desnudo o herbáceo	Muy alto	5	4	10	0.4
	Charral	Alto	4			
	Arbustiva	Medio	3			
	Bosque no denso	Bajo	2			
	Bosque denso	Muy Bajo	1			
Distancia a cuerpos de agua y Altura sobre el tirante de agua (Matriz de combinación 2)	Combinación de parámetros	Muy alto	5	3	20	0.6
		Alto	4			
		Medio	3			
		Bajo	2			
		Muy Bajo	1			
INDICE TOTAL						4

Fuente: Propia

Como resultado de la matriz de Amenaza de Inundación, se obtiene para el puente sobre la Quebrada Grande un “Índice de Amenaza” de 4, el cual corresponde a un nivel de amenaza de Inundación “Alto”, según Tabla 15.

Puente sobre Río Grande, Estación 28+922.66

Este puente se ubica en las coordenadas (446,376.16; 1,110,811.65) del sistema CRTM-05 a una altitud 1130 m.s.n.m, este puente se ubica en el distrito Santiago del cantón de San Ramón. Para este análisis se utiliza la información meteorológica de la estación N° 69695 “Balsa San Ramón” ubicada en las coordenadas 10° 10' 28” de latitud Norte y 84° 29' 49” de longitud Oeste, el cual está instalada a una altitud de 1100 m.s.n.m (Instituto Meteorológico Nacional, 2019). Se escoge esta debido a que se ubica a una altitud similar a la zona de estudio a pesar de que se ubica aproximadamente a 14 km de la zona en estudio.

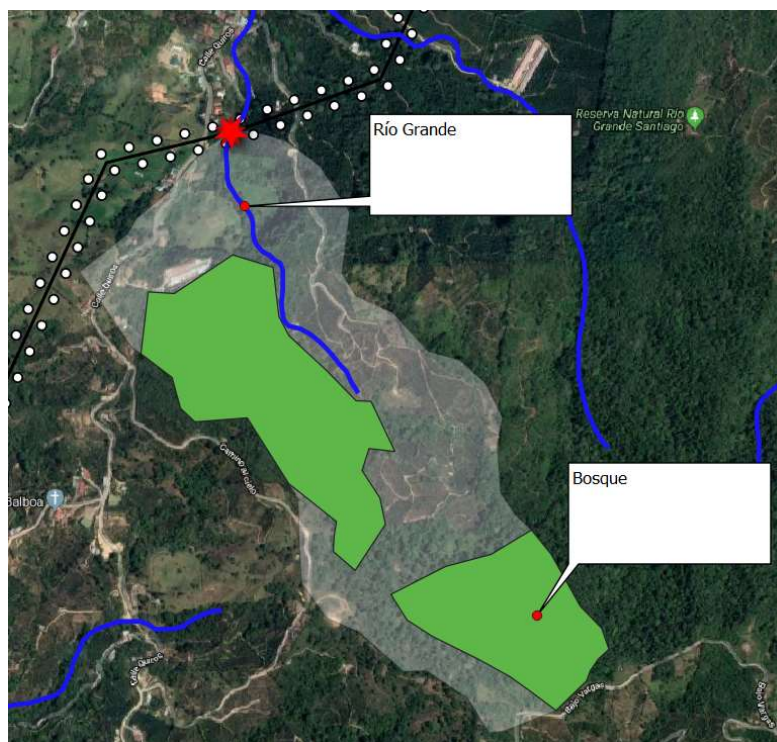


Ilustración 47: Ubicación del Puente sobre Río Grande y áreas con bosque.

Fuente: Propia con información de (Comisión Nacional de Emergencias, 2019) y (Sistema Nacional de Información Territorial, 2019)

A partir del modelo digital de terreno del programa Infracworks, se determina que el cauce del Río Grande a la altura del corredor vial en estudio tiene un cauce de poca profundidad. Los terrenos aledaños al Río tienen pendientes que oscilan entre el 8° ($\approx 14\%$) y 16° ($\approx 28\%$) y algunos sectores con pendientes menores o iguales al 8° como se muestra en la Ilustración 50.



Ilustración 48: Imagen de topografía del terreno sobre el margen de la Río Grande y el Corredor Vial en Estudio.

Fuente: Modelo con InfraWorks.



Ilustración 49: Imagen de curvas de nivel del terreno sobre el margen del Río Grande y el Corredor Vial en Estudio.

Fuente: Modelo con InfraWorks.

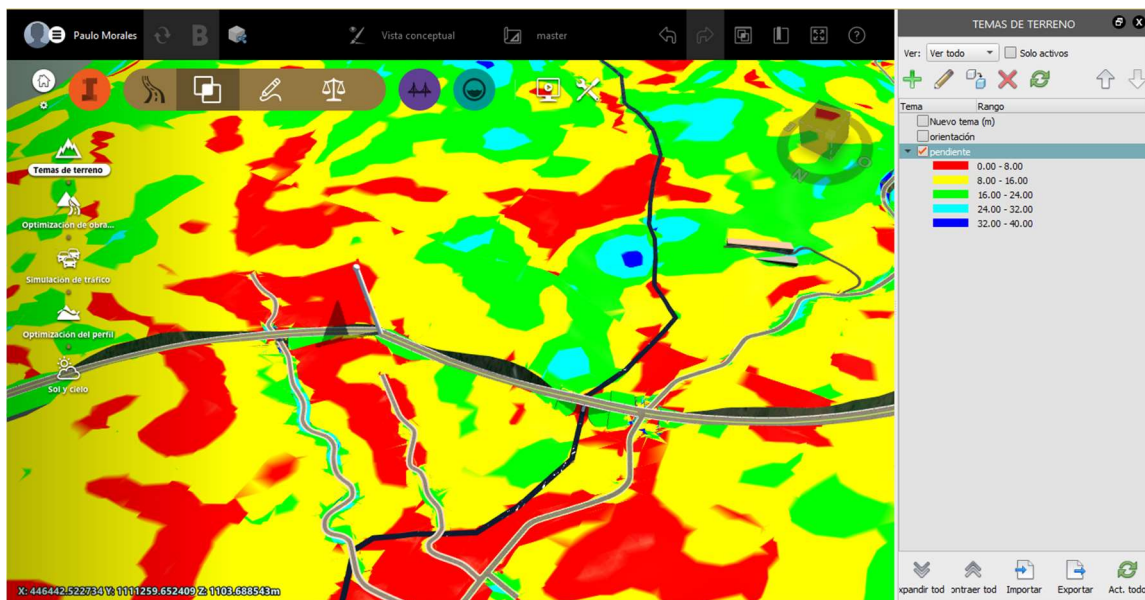


Ilustración 50: Análisis de pendientes terrenos contiguo al Río Grande y el Corredor Vial en Estudio.

Fuente: Modelo con InfraWorks.

Para este punto de análisis se tiene:

- Valoración parámetro de humedad del terreno: 14, según la siguiente tabla

Tabla 22: Determinación de valoración parámetro de humedad del suelo del terreno, Estación Meteorológica Balsa.

Estación Balsa (N° 69695)		
Mes	Precipitación Mensual	Valor Asignado
Enero	116.18	0
Febrero	50.9	0
Marzo	36.5	0
Abril	60.16	0
Mayo	253.94	2
Junio	254.85	2
Julio	247.35	1
Agosto	263.41	2
Septiembre	324.63	2
Octubre	358.54	2
Noviembre	318.97	2
Diciembre	134.59	1
	Sumatoria	14

Fuente: Propia con información del IMN

- Variable “Pendiente promedio del terreno con Precipitación”

$$Precipitación\ 3\ meses\ más\ lluviosos_{prom} = \frac{324.63 + 358.54 + 318.97}{3} = 334.04\ mm$$

- Pendiente del terreno: menor 8%, según Ilustración 50
- Cobertura vegetal, Vegetación predominante: “Arbustos”, debido que el 40% de la cuenca es Bosque.
- Distancia horizontal entre el cauce y el puente: 25 m.
- Distancia vertical entre el espejo de agua y el puente: 10 m

Tabla 23: Matriz de Combinación 1, Pendiente promedio de terreno con precipitación (promedio mensual 3 meses más lluviosos).

Pendiente % / Precipitación mm	Mayor a 500	400 a 500	200 a 400	200 a 300	Menor a 200
Menor a 8	5	5	4	4	3
8 a 15	5	4	3	3	2
15 a 30	3	3	2	1	1
30 a 60	2	2	1	1	1
Mayor a 60	1	1	1	1	1

Fuente: (MIDEPLAN, 2014)

Tabla 24: Matriz de Combinación 2, distancia a cuerpos de agua con altura sobre el tirante de agua.

Distancia metros / Altura metros	0 a 2	2 a 4	4 a 6	6 a 8	Mayor a 8
Menor a 10	5	5	4	3	3
10 a 50	5	4	3	3	2
50 a 100	4	4	3	2	2
100 a 200	3	3	2	2	1
Mayor a 200	3	2	2	1	1

Fuente: (MIDEPLAN, 2014)

Tabla 25: Matriz de Amenaza de Inundación, Puente sobre Río Grande, Estación 28+922.66

AMENAZA DE INUNDACIÓN						
VARIABLE	PARAMETRO	NIVEL DE INCIDENCIA	PUNTAJE	VALOR	PONDERADOR %	INDICE
Localización en zonas de amenaza con potencial de inundación	Si	Muy Alto	5	5	35	1.75
	No	Muy bajo	1			
Pendiente promedio del terreno con Precipitación (promedio mensual 3 meses más lluviosos en mm) (Matriz combinación 1)	Combinación de parámetros	Muy alto	5	4	20	0.8
		Alto	4			
		Medio	3			
		Bajo	2			
		Muy bajo	1			
Valoración del parámetro de humedad del terreno	20 - 24	Muy alto	5	3	15	0.45
	15 - 19	Alto	4			
	10 - 14	Medio	3			
	5 - 9	Bajo	2			
	0 - 4	Muy bajo	1			
Cobertura vegetal, Vegetación predominante.	Suelo desnudo o herbáceo	Muy alto	5	3	10	0.3
	Charral	Alto	4			
	Arbustiva	Medio	3			
	Bosque no denso	Bajo	2			
	Bosque denso	Muy Bajo	1			
Distancia a cuerpos de agua y Altura sobre el tirante de agua (Matriz de combinación 2)	Combinación de parámetros	Muy alto	5	2	20	0.4
		Alto	4			
		Medio	3			
		Bajo	2			
		Muy Bajo	1			
INDICE TOTAL						3.7

Fuente: Propia

Como resultado de la matriz de Amenaza de Inundación, se obtiene para el puente sobre la Río Grande un “Índice de Amenaza” de 3.70, el cual corresponde a un nivel de amenaza de Inundación “Alto”, según Tabla 15.

Puente sobre Río Grande, Estación 32+461.75

Este puente se ubica en las coordenadas (447,896.26; 1,113,558.93) del sistema CRTM-05 a una altitud 1020 m.s.n.m, este puente se ubica en el distrito San Rafael del cantón de San Ramón. Para este análisis se utiliza la información meteorológica de la estación N° 69695 “Balsa San Ramón” ubicada en las coordenadas 10° 10' 28" de latitud Norte y 84° 29' 49" de longitud Oeste, el cual está instalada a una altitud de 1100 m.s.n.m (Instituto Meteorológico Nacional, 2019). Se escoge esta debido a que se ubica a una altitud similar a la zona de estudio y se ubica aproximadamente a 11.5 km de la zona en estudio.

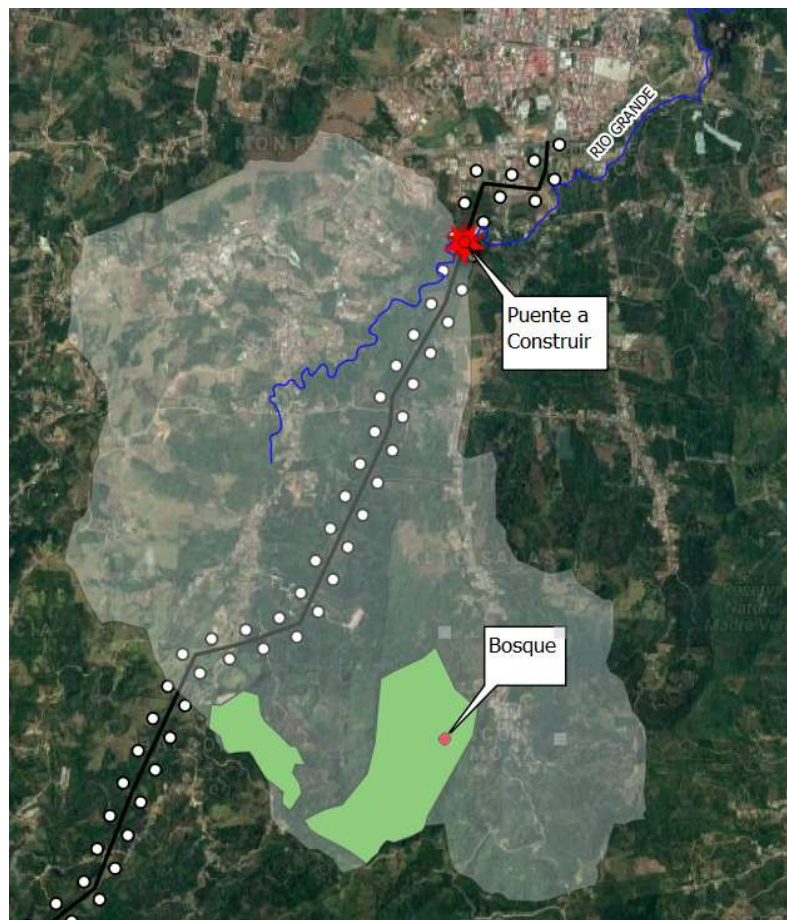


Ilustración 51: Ubicación del Puente sobre Río Grande y áreas con bosque.

Fuente: Propia con información de (Comisión Nacional de Emergencias, 2019) y (Sistema Nacional de Información Territorial, 2019)

A partir del modelo digital de terreno del programa InfraWorks, se determina que el cauce del Río Grande a la altura del corredor vial en estudio tiene un cauce amplio y profundo. Los terrenos aledaños al Río tienen pendientes que oscilan entre el 0° y 8° ($\approx 14\%$) como se muestra en la Ilustración 54.



Ilustración 52: Imagen de topografía del terreno sobre el margen de la Río Grande y el Corredor Vial en Estudio.

Fuente: Modelo con InfraWorks.



Ilustración 53: Imagen de curvas de nivel del terreno sobre el margen del Río Grande y el Corredor Vial en Estudio.

Fuente: Modelo con InfraWorks.

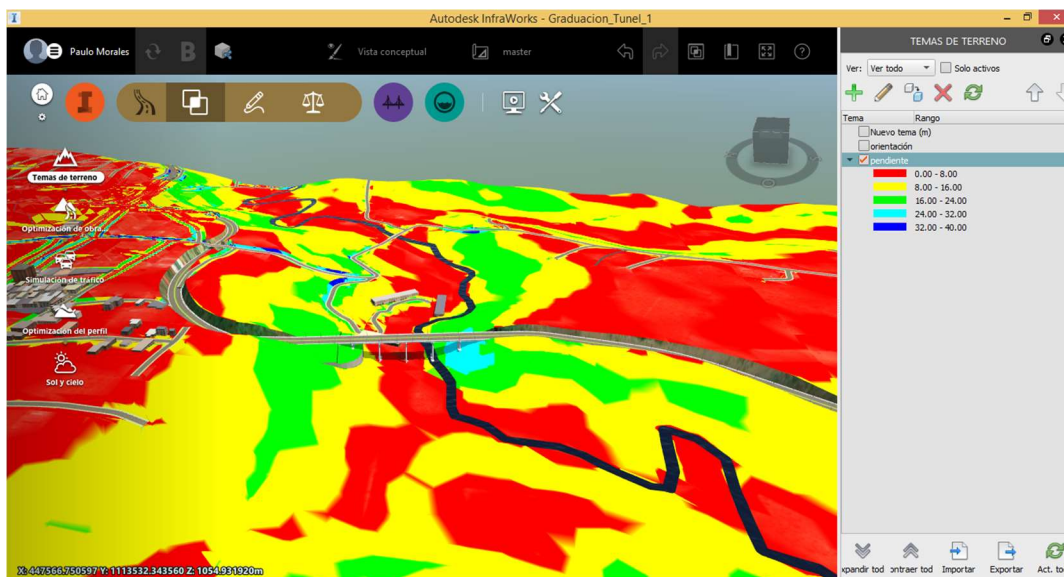


Ilustración 54: Análisis de pendientes terrenos contiguo al Río Grande y el Corredor Vial en Estudio.

Fuente: Modelo con InfraWorks.

Para este punto de análisis se tiene:

- Valoración parámetro de humedad del terreno: 14, según Tabla 22.

Tabla 22 Variable “Pendiente promedio del terreno con Precipitación”

$$Precipitación\ 3\ meses\ más\ lluviosos_{prom} = \frac{324.63 + 358.54 + 318.97}{3} = 334.04\ mm$$

- Pendiente del terreno: menor 8%, según Ilustración 54.
- Cobertura vegetal, Vegetación predominante: “Charral”, debido que el 7.80% de la cuenca es Bosque.
- Distancia horizontal entre el cauce y el puente: 80 m.
- Distancia vertical entre el espejo de agua y el puente: 30 m

Tabla 26: Matriz de Combinación 1, Pendiente promedio de terreno con precipitación (promedio mensual 3 meses más lluviosos).

Pendiente % / Precipitación mm	Mayor a 500	400 a 500	200 a 400	200 a 300	Menor a 200
Menor a 8	5	5	4	4	3
8 a 15	5	4	3	3	2
15 a 30	3	3	2	1	1
30 a 60	2	2	1	1	1
Mayor a 60	1	1	1	1	1

Fuente: (MIDEPLAN, 2014)

Tabla 27: Matriz de Combinación 2, distancia a cuerpos de agua con altura sobre el tirante de agua.

Distancia metros / Altura metros	0 a 2	2 a 4	4 a 6	6 a 8	Mayor a 8
Menor a 10	5	5	4	3	3
10 a 50	5	4	3	3	2
50 a 100	4	4	3	2	2
100 a 200	3	3	2	2	1
Mayor a 200	3	2	2	1	1

Fuente: (MIDEPLAN, 2014)

Tabla 28: Matriz de Amenaza de Inundación, Puente sobre Río Grande, Estación 32+461.75

AMENAZA DE INUNDACIÓN						
VARIABLE	PARAMETRO	NIVEL DE INCIDENCIA	PUNTAJE	VALOR	PONDERADOR %	INDICE
Localización en zonas de amenaza con potencial de inundación	Si	Muy Alto	5	5	35	1.75
	No	Muy bajo	1			
Pendiente promedio del terreno con Precipitación (promedio mensual 3 meses más lluviosos en mm) (Matriz combinación 1)	Combinación de parámetros	Muy alto	5	4	20	0.8
		Alto	4			
		Medio	3			
		Bajo	2			
		Muy bajo	1			
Valoración del parámetro de humedad del terreno	20 - 24	Muy alto	5	3	15	0.45
	15 - 19	Alto	4			
	10 - 14	Medio	3			
	5 - 9	Bajo	2			
	0 - 4	Muy bajo	1			
Cobertura vegetal, Vegetación predominante.	Suelo desnudo o herbáceo	Muy alto	5	4	10	0.4
	Charral	Alto	4			
	Arbustiva	Medio	3			
	Bosque no denso	Bajo	2			
	Bosque denso	Muy Bajo	1			
Distancia a cuerpos de agua y Altura sobre el tirante de agua (Matriz de combinación 2)	Combinación de parámetros	Muy alto	5	2	20	0.4
		Alto	4			
		Medio	3			
		Bajo	2			
		Muy Bajo	1			
INDICE TOTAL						3.8

Fuente: Propia

Como resultado de la matriz de Amenaza de Inundación, se obtiene para el puente sobre la Río Grande un “Índice de Amenaza” de 3.80, el cual corresponde a un nivel de amenaza de Inundación “Alto”, según Tabla 15.

4.1.2.3. Amenaza Alud Torrencial

A partir de la identificación de las zonas que pueden ser afectadas por esta amenaza según el apartado 4.1.1.3, se aplica la Metodología de Análisis de Amenazas Naturales para proyectos de inversión pública, ubicándose que el corredor vial en estudio podría verse afectada por esta amenaza en el Puente Río Machuca, por tal razón se evalúa esta amenaza únicamente en este sitio.

Puente sobre el Río Machuca

En la parte montañosa de la cuenca Jesús María, se identifica un deslizamiento que podría generar un Alud Torrencial, el cual podría afectar a los poblados vecinos al cauce sobre el Río Machuca como son Desamparados, Orotina y el corredor vial en estudio. Para aplicar la metodología se considera:

- Existe eventos previos de la amenaza de alud torrencial, debido se ha identificado por parte de la CNE la posible ocurrencia.
- El puente se ubica fuera del valle aluvial, como se muestra en la Ilustración 39.
- La precipitación máxima en 24 horas en la zona alta de la cuenca para un periodo de retorno de 50 años es de 247.04 mm, para la estación meteorológica N° 82011 “San Mateo”, como se muestra en la Tabla 12.
- La zona sísmica de la zona montañosa de donde proviene los cauces corresponde a Zona III correspondiente a al cantón de Orotina, San Mateo y San Ramón (MIDEPLAN, 2014).

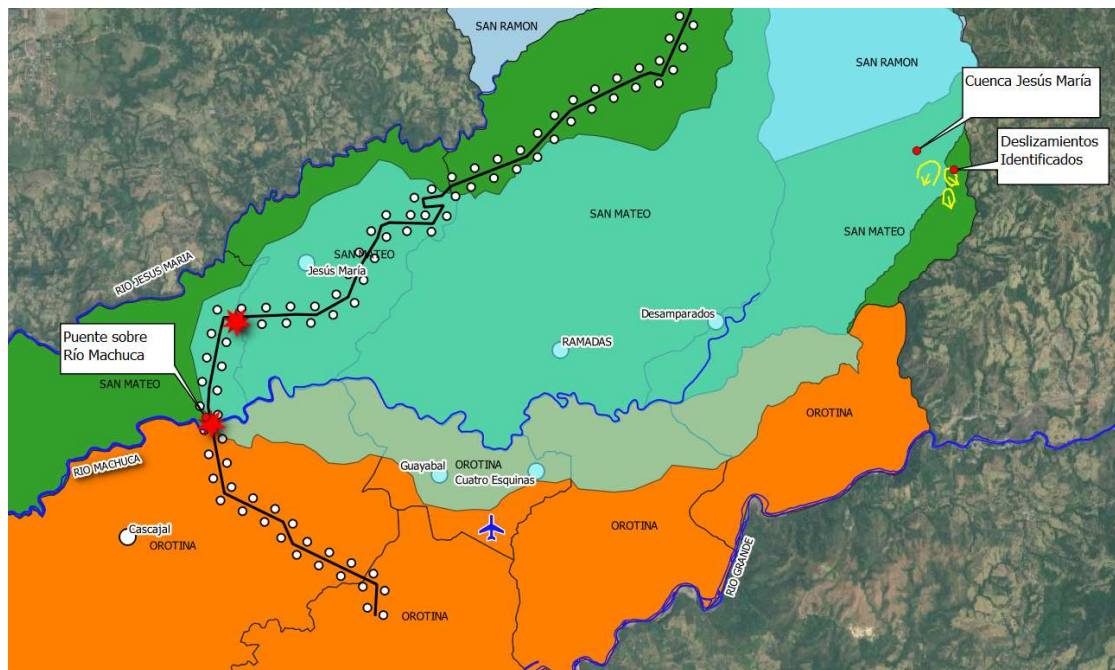


Ilustración 55: Cantones en los que se ubica la cuenca Jesús María.

Fuente: Propia con información del (Sistema Nacional de Información Territorial, 2019)

Tabla 29: Matriz de Amenaza de Alud Torrencial, Puente sobre el Río Machuca.

AMENAZA DE AVALANCHA							
VARIABLE		PARAMETRO	NIVEL DE INCIDENCIA	PUNTAJE	VALOR	PONDERADOR %	INDICE
Existencia de eventos previos de alud torrencial. Consultar Mapas e informes de CNE y testimonio de vecinos.		Si	Muy Alto	5	5	35.00	1.75
		No	Muy bajo	1			
Posición del proyecto	a. Valle o cañones de río de montaña	Parte baja del valle o cañón de río	Muy alto	5	1	25.00	0.25
		Fuera del valle aluvial	Muy Bajo	1			
	b. Abanico aluvial	Abanico aluvial	Alto	4			
Disparo por lluvia. Precipitación máxima en 24 horas, periodo de retorno de 50 años. En la zona alta de la cuenca.		> 400 mm	Muy alto	5	3	25	0.75
		300 - 400 mm	Alto	4			
		200 - 300 mm	Medio	3			
		100-200 mm	Bajo	2			
		<100 mm M	Muy bajo	1			
Disparo por sismo. Zona Sísmica de la zona montañosa de donde proviene el/los cauces que pueden afectar el proyecto		IV	Muy alto	5	4	15.00	0.60
		III	Alto	4			
		III	Medio	3			
INDICE TOTAL							3.35

Fuente: Propia

Como resultado de la matriz de Amenaza de alud torrencial, se obtiene para el puente sobre el Río Machuca un “Índice de Amenaza” de 3.35, el cual corresponde a un nivel de amenaza “Alto”, según Tabla 15.

4.1.2.4. Amenaza Volcánica

Con respecto a esta amenaza, al encontrarse el "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO) a más de 20 km del cráter principal de los volcanes activos y fuera de los mapas de peligros volcánicos definidos por la CNE, se descarta esta amenaza en la valoración del proyecto en la etapa de perfil, según se indica en la Metodología de Análisis de Amenazas Naturales (MIDEPLAN, 2014).

Mapa de ubicación amenaza volcánica respecto "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO)

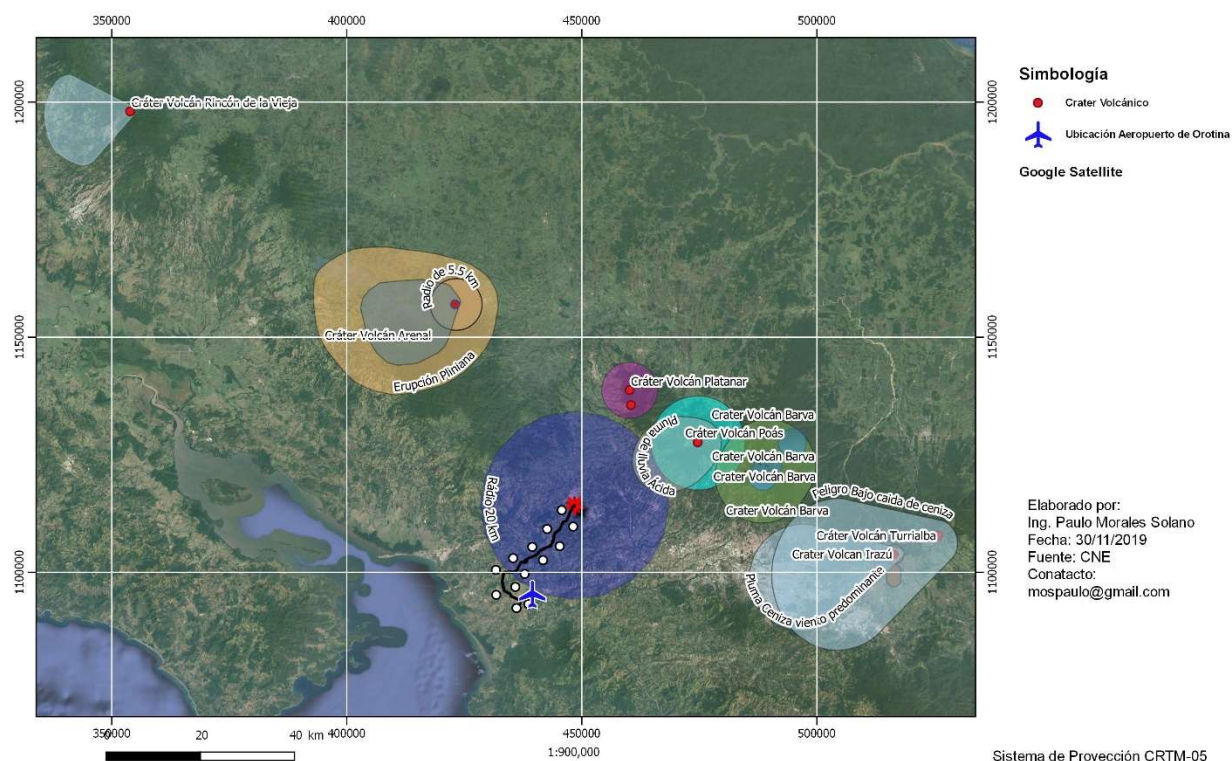


Ilustración 56: Ubicación del CIVO con respecto al cráter de Volcanes Activos.

Fuente: Propia con información de (Comisión Nacional de Emergencias, 2019) y (Sistema Nacional de Información Territorial, 2019)

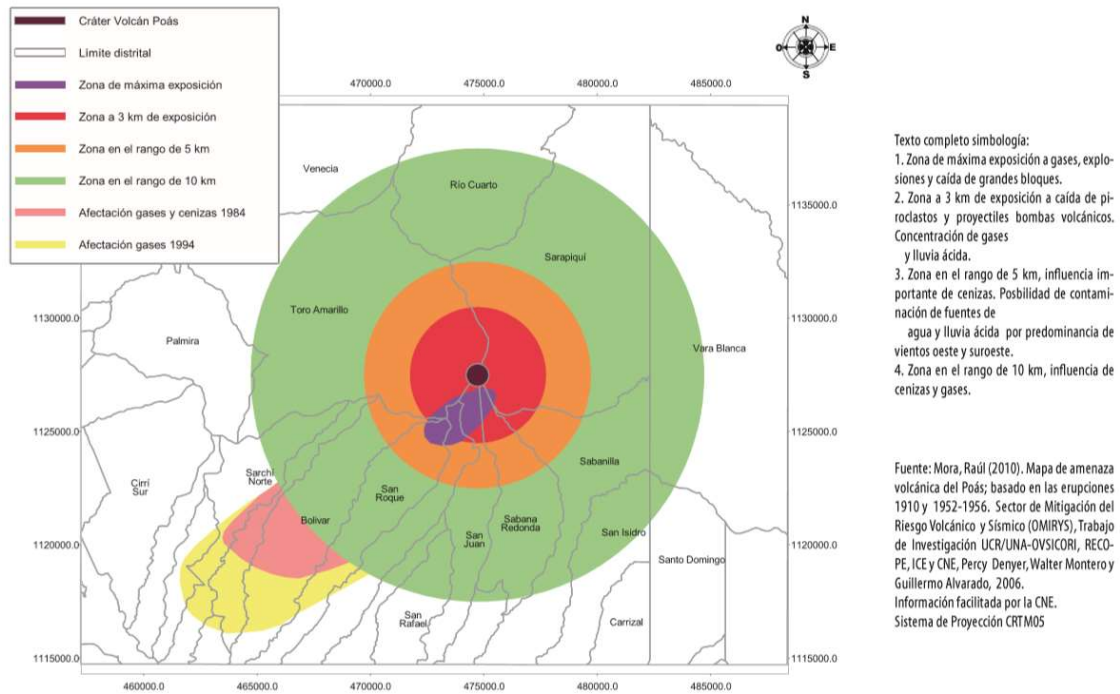


Ilustración 57: Mapa de peligros volcánicos del Volcán Poas.

Fuente: (MIDEPLAN, 2014)

4.1.2.5. Amenaza Sísmica

A partir de la identificación de las fallas tectónicas del apartado 4.1.1.5 y el trazo geométrico realizado, se identifica las fallas más cercanas al CIVO, las cuales corresponde a la falla Tronco Negro y Jesús María, estas fallas tiene potencial de producir sismos entre 6.4 hasta 7.0 Mw, como se muestra en la

Tabla 10. Estas fallas tectónicas se ubican a más de 1100 metros del Corredor de Interconexión vial Occidente, como se muestra en la Ilustración 58.

Mapa de ubicación de Fallas Tectónicas respecto al "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO)

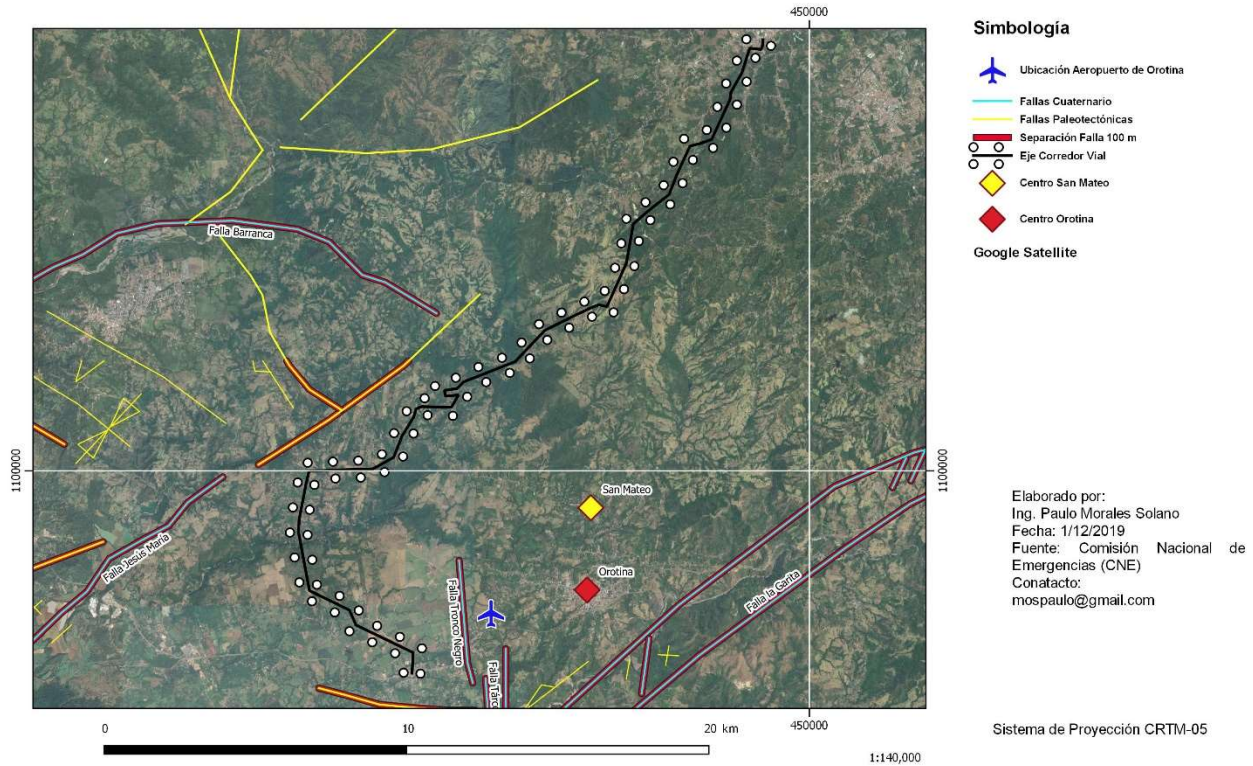


Ilustración 58: Mapa de ubicación fallas tectónicas y el CIVO

Fuente: Propia con información de (Comisión Nacional de Emergencias, 2019) y (Sistema Nacional de Información Territorial, 2019)

Al ubicarse el CIVO en los cantones de Orotina, San Mateo y San Ramón, a partir del Código Sísmico de Costa Rica 2010 (CSCR-2010) se tiene que el corredor vial está ubicado en la Zona Sísmica III, además, al no contarse con suficiente información geológica y geotécnica del terreno donde se ubicará el corredor vial, se considera el sitio de cimentación S3, como recomendación del CSCR-2010. Por otra parte, en esta zona de estudio se determina que las pendientes de terreno en las zonas montañosas como máximo tienen pendientes alrededor de los 36° (72%), como se muestra en Ilustración 59.

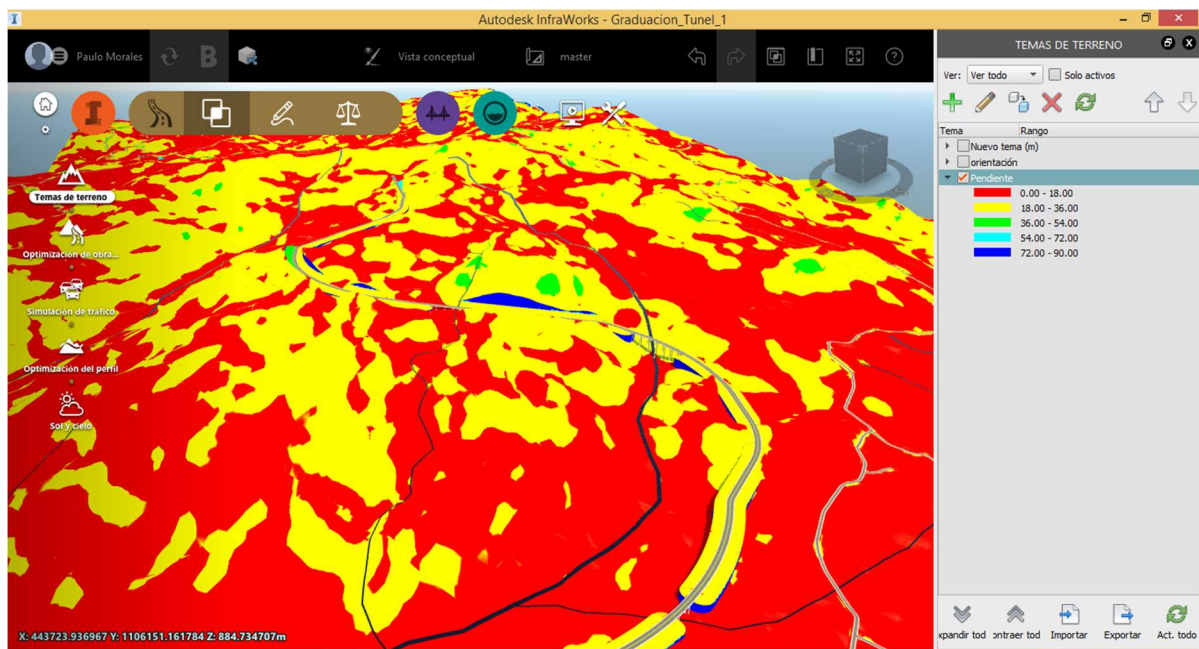


Ilustración 59: Análisis de pendientes en zona de estudio “Cerros del Aguacate”

Fuente: Modelo con InfraWorks.

Tabla 30: Matriz de combinación 3. Tipos de sitios con Zonas Sísmicas

Tipo de Sitio/Zonas	IV	III	II
S_4	5	4	4
S_3	5	4	3
S_2	5	4	3
S_1	5	3	3

Fuente: (MIDEPLAN, 2014)

Tabla 31: Matriz de Combinación 4. Pendiente promedio (%) con zonas sísmicas

Pendiente % / Zonas sísmicas	IV	III	II
Mayor a 70 %	5	5	4
30 a 70 %	5	5	4
15 a 30 %	4	4	3
7 a 15 %	3	2	2
0 a 7 %	1	1	1

Fuente: (MIDEPLAN, 2014)

Tabla 32: Matriz de Amenaza Sísmica, Corredor Vial en Estudio.

AMENAZA SÍSMICA						
VARIABLE	PARAMETRO	NIVEL DE INCIDENCIA	PUNTAJE	VALOR	PONDERADOR %	INDICE
Zona sísmica y Tipos de sitio (Matriz Combinación 3)	Combinación de parámetros	Muy alto	5	4	60.00	2.40
		Alto	4			
		Medio	3			
Distancia respecto al trazo de una falla local	Atravesado por falla	Muy alto	5	1	20.00	0.20
	Menor a 25 m	Alto	4			
	25 – 50 m	Medio	3			
	75 - 100 m	Bajo	2			
	Mayor a 100 m	Muy Bajo	1			
Pendiente promedio del terreno y Zona sísmica (Matriz Combinación 4)	Combinación de parámetros	Muy alto	5	5	20.00	1.00
		Alto	4			
		Medio	3			
		Bajo	2			
		Muy bajo	1			
INDICE TOTAL						3.60

Fuente: Propia

Como resultado de la matriz de Amenaza Sísmica, se obtiene para este corredor vial un “Índice de Amenaza” de 3.60, el cual corresponde a un nivel de amenaza “Alto”, según Tabla 15.

4.1.2.6. Amenaza por Tsunami

Al ubicarse el Corredor de Interconexión Vial Occidente (CIVO), a más de 20 km de distancia y al tener una altura de 140 m desde la pleamar, como se muestra en la Ilustración 36 y la Ilustración 60, la Metodología de Análisis de Amenazas Naturales descarta esta amenaza, debido a su muy baja vulnerabilidad. A pesar de lo anterior se decide aplicar la metodología con el fin de obtener el nivel de amenaza.

Mapa de ubicación del "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO), Amenaza Tsunami.

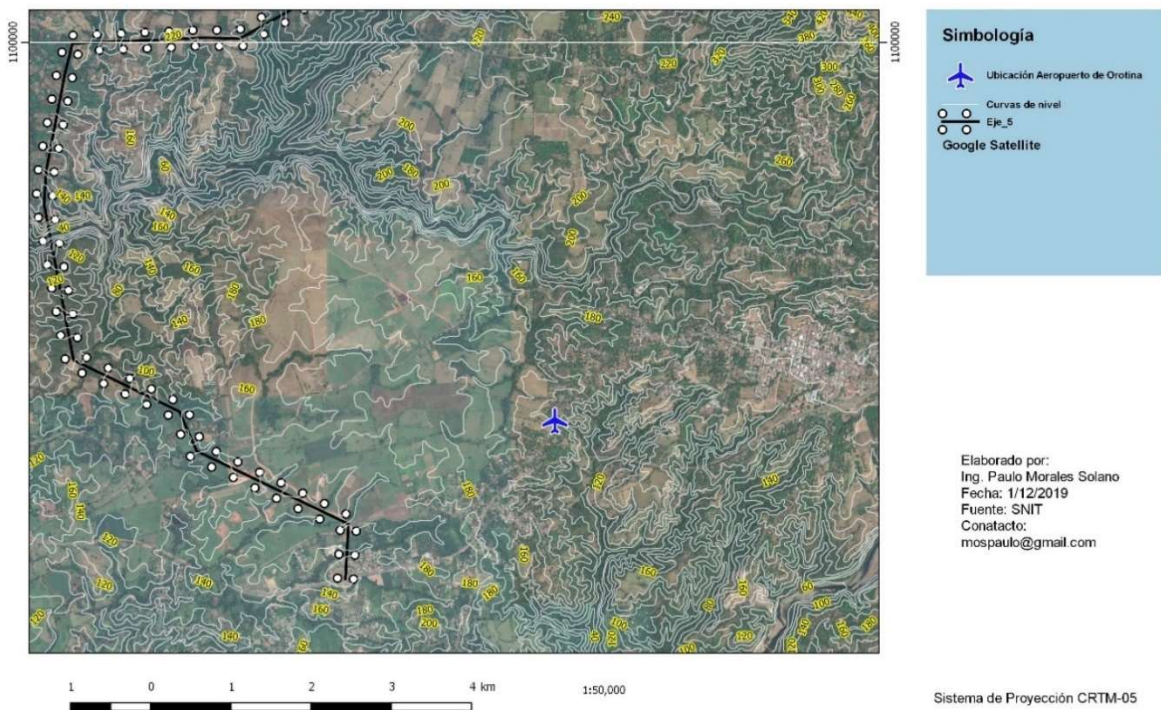


Ilustración 60: Mapa de elevaciones del terreno del CIVO, Amenaza Tsunami

Fuente: Propia con información (Sistema Nacional de Información Territorial, 2019).

Tabla 33: Matriz de Combinación 5: Altura respecto pleamar (m) con la distancia pleamar (m)

Altura m / Distancia Metros	Menor a 500	500 a 1000	1000 a 1500	1500 a 2000	Mayor a 2500
Menor a 5	5	5	5	5	4
5 a 10	5	5	5	4	3
10 a 15	5	4	4	3	2
15 a 20	4	3	3	2	2
Mayor a 20	3	2	2	1	1

Fuente: (MIDEPLAN, 2014)

Tabla 34: Matriz de Amenaza Tsunami, Corredor Vial en Estudio.

AMENAZA DE TSUNAMI						
VARIABLE	PARAMETRO	NIVEL DE INCIDENCIA	PUNTAJE	VALOR	PONDERADOR %	INDICE
Altura respecto de la Pleamar con Distancia de la Pleamar, en metros (Matriz Combinación 5)	Combinación de parámetros	Muy alto	5	1	60	0.60
		Alto	4			
		Medio	3			
		Bajo	2			
		Muy Bajo	1			
Ocurrencia de eventos anteriores	Si	Muy alto	5	1	30	0.30
	No	Muy bajo	1			
Presencia de manglares frente a la costa	Suelo desnudo, herbáceo, arbustivo o charral	Muy alto	5	3	10	0.30
	Bosque no denso	Alto	4			
	Bosque denso con ancho máximo de 100 m	Medio	3			
	Bosque denso con ancho máximo de 200 m	Bajo	2			
	Bosque denso con más de 200 m de ancho	Muy bajo	1			
INDICE TOTAL						1.20

Fuente: Propia.

Como resultado de la matriz de Amenaza Tsunami, se obtiene para este corredor vial un “Índice de Amenaza” de 1.20, el cual corresponde a un nivel de amenaza “Bajo”, según Tabla 15.

En forma de resumen se presenta a continuación, el nivel de amenaza obtenido para el Corredor de Interconexión Vial Occidente (CIVO).

Tabla 35: Cuadro Resumen Índice de Amenaza y Nivel de Amenazas para el CIVO.

Nombre de la Amenaza	Descripción	Índice de Amenaza	Nivel de Amenaza
Deslizamiento	---	4.25	Muy Alto
Inundación	Puente sobre el Río Machuca	1.8	Bajo
	Puente sobre Quebrada Grande	4	Alto
	Puente sobre Río Grande, Estación 28+922.66	3.7	Alto
	Puente sobre Río Grande, Estación 32+461.75	3.8	Alto
Alud Torrencial	Puente sobre el Río Machuca	3.35	Alto
Amenaza Volcánica	---		Bajo
Amenaza Sísmica	---	3.6	Alto
Amenaza por Tsunami	---	1.2	Bajo

Fuente: Propia

Como se muestra en la Tabla 35, se obtuvo que el Corredor de Interconexión Vial Occidente es vulnerable a las siguientes Amenazas:

- Deslizamiento en las zonas montañosas de los Cerros del Aguacate.
- Inundación en los puentes sobre el Río Grande y Quebrada Grande.
- Alud Torrencial sobre el Puente sobre el Río Machuca.
- Sísmica a lo largo de todo el corredor vial.

4.2. Identificar el posible trazo vial técnicamente factible

4.2.1. Diseño geométrico del corredor.

4.2.1.1. Alineamiento Horizontal.

Para el diseño geométrico del corredor vial en estudio (CIVO), se trazó preliminarmente el alineamiento horizontal con ayuda del programa Infracore como se muestra en la Ilustración 61, luego se exportó esta información al programa Civil 3D en donde se diseñó los tramos rectos (tangentes) y las curvas requeridas, las cuales se proyectaron cumpliendo la normativa nacional contenida en el Manual Centroamericano de

Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras de la SIECA. En la Ilustración 62 se muestra el diseño del alineamiento horizontal; el cual se puede ver con mayor detalle en el archivo AutoCAD Civil anexo a este trabajo.



Ilustración 61: Imagen del alineamiento horizontal realizado con programa Infracore

Fuente: Propia con ayuda del programa Infracore

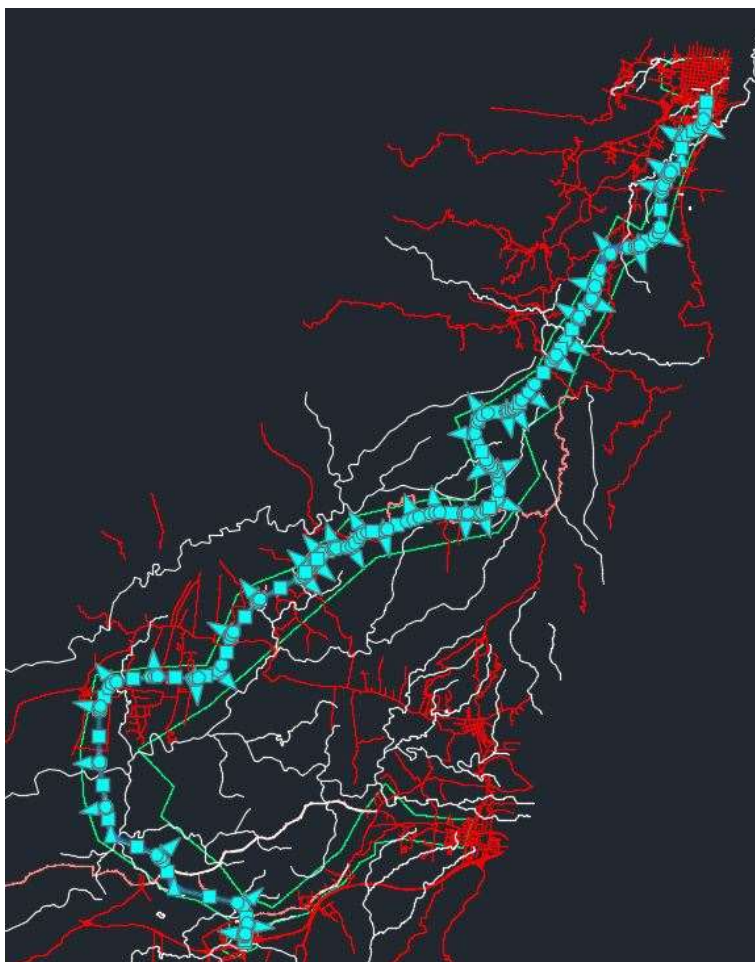


Ilustración 62: Imagen del alineamiento horizontal Civil 3D

Fuente: Propia con ayuda del programa Civil 3D

A continuación, se presenta las coordenadas, distancias y dirección de los “Puntos de Intersección” (PI) del alineamiento horizontal en estudio:

Tabla 36: Estacionamiento y Coordenadas de Puntos de Intersección PI del alineamiento del CIVO

Estación PI	Coordenada Norte CRTM-05	Coordenada Este CRTM-05	Distancia	Dirección (Rumbo)
0+000.00	1,093,340.6780m	436,849.8704m		
			194.881m	N2° 58' 32"E
0+194.88	1,093,535.2961m	436,859.9867m		
			246.333m	N15° 52' 04"E
0+440.93	1,093,772.2422m	436,927.3388m		
			532.878m	N6° 57' 07"W
0+972.31	1,094,301.2029m	436,862.8403m		
			1,712.089m	N77° 03' 11"W
2+634.12	1,094,684.7915m	435,194.2757m		
			127.805m	N69° 53' 28"W
2+761.85	1,094,728.7316m	435,074.2612m		
			17.983m	S40° 33' 50"W
2+769.27	1,094,715.0702m	435,062.5669m		
			135.144m	N21° 49' 09"W
2+880.71	1,094,840.5332m	435,012.3367m		
			724.381m	N21° 49' 09"W
3+605.02	1,095,513.0206m	434,743.1004m		
			1,222.677m	N68° 10' 55"W
4+814.46	1,095,967.4423m	433,608.0055m		
			136.561m	N61° 01' 12"W
4+950.95	1,096,033.6066m	433,488.5440m		
			19.499m	S50° 59' 30"W
4+959.46	1,096,021.3331m	433,473.3921m		
			145.000m	N9° 50' 06"W
5+076.26	1,096,164.2022m	433,448.6243m		
			596.188m	N9° 50' 06"W

Tabla 36: (continuación) Estacionamiento y Coordenadas de Puntos de Intersección PI del alineamiento del CIVO

Estación PI	Coordenada Norte CRTM-05	Coordenada Este CRTM-05	Distancia	Dirección (Rumbo)
5+672.38	1,096,751.6280m	433,346.7882m		
			1,154.274m	N7° 57' 17"W
6+826.65	1,097,894.7952m	433,187.0456m		
			1,372.260m	N0° 02' 28"W
8+198.85	1,099,267.0546m	433,186.0592m		
			702.618m	N23° 17' 48"E
8+899.87	1,099,912.3879m	433,463.9396m		
			1,116.916m	N81° 18' 20"E
9+989.80	1,100,081.2242m	434,568.0213m		
			1,042.112m	S86° 21' 07"E
11+031.22	1,100,014.9189m	435,608.0221m		
			636.145m	N74° 51' 31"E
11+665.87	1,100,181.0808m	436,222.0826m		
			988.472m	N17° 08' 11"E
12+623.52	1,101,125.6717m	436,513.3313m		
			1,100.051m	N37° 29' 50"E
13+721.68	1,101,998.4343m	437,182.9559m		
			1,298.341m	N62° 24' 16"E
15+018.07	1,102,599.8619m	438,333.5965m		
			252.723m	N28° 16' 15"E
15+265.67	1,102,822.4397m	438,453.2959m		
			235.486m	N52° 20' 19"E
15+499.40	1,102,966.3202m	438,639.7148m		
			220.899m	N34° 59' 11"E

Tabla 36: (continuación) Estacionamiento y Coordenadas de Puntos de Intersección PI del alineamiento del CIVO

Estación PI	Coordenada Norte CRTM-05	Coordenada Este CRTM-05	Distancia	Dirección (Rumbo)
15+719.64	1,103,147.3000m	438,766.3744m		
			374.740m	N63° 38' 15"E
16+091.39	1,103,313.7030m	439,102.1424m		
			461.982m	N85° 59' 02"E
16+551.97	1,103,346.0591m	439,562.9900m		
			438.320m	N36° 41' 36"E
16+974.24	1,103,697.5236m	439,824.9001m		
			531.849m	N84° 32' 58"E
17+491.48	1,103,748.0427m	440,354.3444m		
			813.914m	N67° 50' 02"E
18+303.76	1,104,055.1283m	441,108.1045m		
			577.814m	N72° 31' 28"E
18+881.40	1,104,228.6462m	441,659.2493m		
			779.423m	S87° 38' 31"E
19+658.43	1,104,196.5771m	442,438.0128m		
			419.000m	N89° 42' 41"E
20+077.41	1,104,198.6878m	442,857.0080m		
			532.368m	N53° 46' 18"E
20+601.69	1,104,513.3202m	443,286.4523m		
			749.385m	N4° 26' 52"W
21+308.17	1,105,260.4484m	443,228.3371m		
			303.170m	N49° 33' 02"W
21+599.20	1,105,457.1378m	442,997.6313m		
			860.475m	N27° 29' 27"W

Tabla 36: (continuación) Estacionamiento y Coordenadas de Puntos de Intersección PI del alineamiento del CIVO

Estación PI	Coordenada Norte CRTM-05	Coordenada Este CRTM-05	Distancia	Dirección (Rumbo)
22+456.88	1,106,220.4517m	442,600.4305m		
			546.983m	N25° 30' 51"E
22+960.60	1,106,714.0921m	442,836.0354m		
			633.497m	N84° 22' 03"E
23+565.82	1,106,776.2682m	443,466.4735m		
			204.390m	N70° 52' 32"E
23+769.90	1,106,843.2308m	443,659.5826m		
			553.641m	N41° 59' 17"E
24+320.48	1,107,254.7444m	444,029.9543m		
			1,074.510m	N36° 10' 24"E
25+394.55	1,108,122.1273m	444,664.1614m		
			524.307m	N34° 32' 37"E
25+918.84	1,108,553.9971m	444,961.4604m		
			662.250m	N28° 58' 33"E
26+581.06	1,109,133.3487m	445,282.2826m		
			539.660m	N36° 48' 42"E
27+120.62	1,109,565.4060m	445,605.6387m		
			375.061m	N14° 10' 25"E
27+494.22	1,109,929.0493m	445,697.4771m		
			1,005.010m	N16° 50' 54"E
28+499.23	1,110,890.9188m	445,988.7708m		
			795.973m	N86° 48' 34"E
29+154.30	1,110,935.2183m	446,783.5105m		
			654.789m	N58° 38' 00"E

Tabla 36: (continuación) Estacionamiento y Coordenadas de Puntos de Intersección PI del alineamiento del CIVO

Estación PI	Coordenada Norte CRTM-05	Coordenada Este CRTM-05	Distancia	Dirección (Rumbo)
29+806.25	1,111,276.0440m	447,342.6051m		
			1,133.882m	N1° 59' 41"E
30+915.15	1,112,409.2390m	447,382.0711m		
			409.134m	N25° 34' 01"E
31+321.68	1,112,778.3107m	447,558.6396m		
			296.809m	N44° 18' 18"E
31+617.20	1,112,990.7171m	447,765.9537m		
			161.335m	N39° 44' 50"E
31+778.50	1,113,114.7628m	447,869.1114m		
			13.824m	S67° 39' 52"E
31+783.19	1,113,109.5094m	447,881.8980m		
			165.996m	N0° 21' 58"E
31+931.29	1,113,275.5021m	447,882.9584m		
			402.361m	N0° 21' 58"E
32+333.62	1,113,677.8552m	447,885.5289m		
			644.006m	N57° 51' 12"E
32+951.41	1,114,020.5223m	448,430.8017m		
			862.683	N7° 44' 54"E
33+797.19	1,114,875.3288	448,547.1102 m		

Fuente: Propia con ayuda del programa Civil 3D

Debido a que se consideró que el “Corredor de Interconexión Vial Occidente” tiene características de un “Conector de Integración Territorial” este se diseñó procurando cumplir con los siguientes parámetros:

- Velocidades de diseño de 80 km/h.
- Pendientes máximas longitudinal de 8%.
- Sección transversal de 9 y 11 metros, sin incluir taludes.

Para esta velocidad de diseño, según (SIECA, 2011) se requiere como mínimo:

- Radio de las curvas circulares:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127 * (e_{max} + f_{max})}$$

Donde:

V= Velocidad de diseño en km/h.

e_{max}= tasa de sobreelevación.

f_{max}= Factor de fricción lateral

$$R_{min} = \frac{80^2}{127 * (0.04 + 0.141)} = 280.0 \text{ m}$$

- Distancia de Visibilidad y Parada

$$d = 0.278 * V * t + \frac{V^2}{254 * \left(\left(\frac{a}{9.81} \right) \pm G \right)}$$

Donde:

V= Velocidad de diseño en km/h.

t= Tiempo de percepción-reacción (segundos).

a= Tasa de desaceleración (m/s²).

G=pendiente

$$d = 0.278 * 80 * 2.5 + \frac{80^2}{254 * \left(\left(\frac{3.4}{9.81} \right) - 0.10 \right)} = 157.8 \text{ m}$$

- Distancia de Visibilidad Decisión:

VELOCIDAD DE DISEÑO (KPH)	DISTANCIA DE DECISIÓN PARA EVITAR LA MANIOBRA (m)				
	A	B	C	D	E
50	70	155	145	170	195
60	95	195	170	205	235
70	115	235	200	235	275
80	140	280	230	270	315
90	170	325	270	315	360
100	200	370	315	355	400
110	235	420	330	380	430
120	265	470	360	415	470

AASHTO 2004, pp. 116

CUADRO 3.2 DISTANCIAS DE VISIBILIDAD DE DECISIÓN

$d = 140$ en carretera Rural

- Longitud de recta máxima:

$$Lr = 20 * V$$

Donde:

Lr= Longitud de recta (metros).

V= Velocidad de diseño km/h.

$$Lr = 20 * 80 = 1600 \text{ m}$$

A continuación, se presenta los resultados del diseño del alineamiento horizontal del “Corredor de Interconexión Vial Occidente”:

Tabla 37: Parámetros de diseño del alineamiento del CIVO

TRAMO	Long. recta (m)	Dirección (Azimut)	Coordenada Norte PC (CRTM-05)	Coordenada Este PC (CRTM-05)	Coordenada Norte PT (CRTM-05)	Coordenada Este PT (CRTM-05)	¿Cumple con la longitud máxima de recta? (Lr ≤ 1600 m)
L1	160.99	2° 58' 30"	1,093,340.678	436,849.870	1,093,501.447	436,858.227	Si
L2	155.93	15° 52' 00"	1,093,567.899	436,869.254	1,093,717.887	436,911.888	Si
L3	279.94	353° 02' 50"	1,093,828.335	436,920.499	1,094,106.220	436,886.615	Si
L4	1468.96	282° 56' 50"	1,094,345.212	436,671.407	1,094,674.327	435,239.793	Si
L5	557.78	338° 10' 50"	1,094,883.892	434,994.978	1,095,401.710	434,787.665	Si
L6	1056.07	291° 49' 10"	1,095,557.583	434,631.789	1,095,950.084	433,651.365	Si
L7	524.48	350° 09' 50"	1,096,210.221	433,440.647	1,096,726.992	433,351.059	Si
L8	1109.90	352° 02' 40"	1,096,776.391	433,343.328	1,097,875.614	433,189.726	Si
L9	1295.07	359° 57' 30"	1,097,914.163	433,187.032	1,099,209.228	433,186.101	Si
L10	489.56	23° 17' 50"	1,099,320.167	433,208.929	1,099,769.809	433,402.545	Si
L11	871.94	81° 18' 20"	1,099,935.854	433,617.391	1,100,067.658	434,479.309	Si
L12	869.64	93° 38' 50"	1,100,075.514	434,657.583	1,100,020.182	435,525.463	Si
L13	374.30	74° 51' 30"	1,100,036.527	435,687.877	1,100,134.294	436,049.178	Si
L14	719.56	17° 08' 10"	1,100,352.251	436,274.860	1,101,039.870	436,486.876	Si
L15	948.43	37° 29' 50"	1,101,196.908	436,567.987	1,101,949.374	437,145.314	Si
L16	1150.54	62° 24' 20"	1,102,027.079	437,237.758	1,102,560.042	438,257.414	Si
L17	107.07	28° 16' 10"	1,102,675.570	438,374.311	1,102,769.870	438,425.025	Si
L18	133.07	52° 20' 20"	1,102,858.909	438,500.548	1,102,940.215	438,605.891	Si
L19	106.67	34° 59' 10"	1,103,001.325	438,664.213	1,103,088.718	438,725.375	Si
L20	247.93	63° 38' 10"	1,103,179.051	438,830.442	1,103,289.145	439,052.589	Si
L21	278.22	85° 59' 00"	1,103,317.576	439,157.312	1,103,337.062	439,434.844	Si
L22	185.62	36° 41' 40"	1,103,449.065	439,639.750	1,103,597.900	439,750.661	Si
L23	293.08	84° 33' 00"	1,103,709.325	439,948.581	1,103,737.164	440,240.336	Si
L24	539.56	67° 50' 00"	1,103,791.253	440,460.406	1,103,994.825	440,960.086	Si
L25	298.30	72° 31' 30"	1,104,103.126	441,260.559	1,104,192.704	441,545.087	Si
L26	602.76	92° 21' 30"	1,104,223.722	441,778.834	1,104,198.921	442,381.089	Si
L27	239.52	89° 42' 40"	1,104,196.864	442,494.984	1,104,198.071	442,734.498	Si
L28	164.86	53° 46' 20"	1,104,271.093	442,955.834	1,104,368.525	443,088.820	Si
L29	388.11	355° 33' 10"	1,104,757.581	443,267.453	1,105,144.524	443,237.354	Si
L30	73.82	310° 27' 00"	1,105,335.884	443,139.855	1,105,383.777	443,083.679	Si
L31	448.46	332° 30' 30"	1,105,557.445	442,945.435	1,105,955.268	442,738.423	Si
L32	90.10	25° 30' 50"	1,106,490.238	442,729.194	1,106,571.552	442,768.004	Si
L33	442.43	84° 22' 00"	1,106,729.594	442,993.216	1,106,773.018	443,433.513	Si
L34	99.15	70° 52' 30"	1,106,787.119	443,497.766	1,106,819.603	443,591.443	Si
L35	227.59	41° 59' 20"	1,106,896.836	443,707.829	1,107,066.001	443,860.081	Si
L36	721.02	36° 10' 20"	1,107,459.726	444,179.832	1,108,041.757	444,605.396	Si
L37	400.43	34° 32' 40"	1,108,204.137	444,720.617	1,108,533.971	444,947.675	Si
L38	607.80	28° 58' 30"	1,108,575.266	444,973.238	1,109,106.987	445,267.685	Si
L39	453.48	36° 48' 40"	1,109,157.474	445,300.338	1,109,520.535	445,572.057	Si
L40	308.74	14° 10' 30"	1,109,619.746	445,619.362	1,109,919.090	445,694.962	Si

Tabla 37: (continuación) Parámetros de diseño del alineamiento del CIVO

TRAMO	Long. recta (m)	Dirección (Azimut)	Coordenada Norte PC (CRTM-05)	Coordenada Este PC (CRTM-05)	Coordenada Norte PT (CRTM-05)	Coordenada Este PT (CRTM-05)	¿Cumple con la longitud máxima de recta? ($L_r \leq 1600$ m)
L41	441.97	16° 50' 50"	1,109,938.881	445,700.454	1,110,361.882	445,828.557	Si
L42	172.94	86° 48' 30"	1,110,921.683	446,540.678	1,110,931.308	446,713.350	Si
L43	433.63	58° 38' 00"	1,110,971.794	446,843.510	1,111,197.506	447,213.770	Si
L44	891.19	1° 59' 40"	1,111,426.839	447,347.857	1,112,317.484	447,378.876	Si
L45	244.73	25° 34' 00"	1,112,492.059	447,421.693	1,112,712.823	447,527.309	Si
L46	177.53	44° 18' 20"	1,112,830.263	447,609.346	1,112,957.310	447,733.347	Si
L47	202.11	0° 22' 00"	1,113,322.183	447,883.257	1,113,524.285	447,884.548	Si
L48	359.55	57° 51' 10"	1,113,759.569	448,015.558	1,113,950.883	448,319.988	Si

Fuente: Propia con ayuda del programa Civil 3D

A continuación, se presenta los resultados del diseño de las curvas circulares y espirales del alineamiento horizontal del corredor en estudio:

Tabla 38: Curvas circulares del CIVO

# de Curva	R (m)	L (m)	Coordenada Este PI	Coordenada Norte PI	Coordenada Este PC	Coordenada Norte PC	Coordenada Este PT	Coordenada Norte PT	Δ	C (m)	E (m)	T (m)	¿Cumple con el Radio Mínimo? (R ≥ 280)
PI: 1	300.000	67.504	436,859.987	1,093,535.296	436,858.227	1,093,501.447	436,869.254	1,093,567.899	12°53'32"	67.361	1.909	33.895	Si
PI: 2	280.000	111.519	436,927.339	1,093,772.242	436,911.888	1,093,717.887	436,920.499	1,093,828.335	22°49'11"	110.783	5.645	56.508	Si
PI: 3	280.000	342.579	436,862.840	1,094,301.203	436,886.615	1,094,106.220	436,671.407	1,094,345.212	70°06'04"	321.608	62.028	196.427	Si
PI: 4	280.000	199.924	435,062.567	1,094,715.070	435,172.332	1,094,692.826	435,023.659	1,094,820.091	40°54'36"	195.704	18.843	104.437	Si
PI: 5	280.000	226.571	434,743.100	1,095,513.021	434,787.665	1,095,401.710	434,631.789	1,095,557.583	46°21'46"	220.440	24.592	119.900	Si
PI: 6	280.000	215.136	433,473.392	1,096,021.333	433,587.563	1,095,978.764	433,455.455	1,096,141.855	44°01'22"	209.883	22.014	113.192	Si
PI: 7	1,523.712	50.002	433,346.788	1,096,751.628	433,351.059	1,096,726.992	433,343.328	1,096,776.391	1°52'49"	50.000	0.205	25.003	Si
PI: 8	280.000	38.673	433,187.046	1,097,894.795	433,189.726	1,097,875.614	433,187.032	1,097,914.163	7°54'49"	38.643	0.669	19.367	Si
PI: 9	280.000	114.050	433,186.059	1,099,267.055	433,186.101	1,099,209.228	433,208.929	1,099,320.167	23°20'16"	113.264	0.006	57.827	Si
PI: 10	280.000	283.485	433,463.940	1,099,912.388	433,402.545	1,099,769.809	433,617.391	1,099,935.854	58°00'32"	271.532	40.153	155.235	Si
PI: 11	830.000	178.793	434,568.021	1,100,081.224	434,479.309	1,100,067.658	434,657.583	1,100,075.514	12°20'32"	178.448	4.838	89.744	Si
PI: 12	500.000	163.968	435,608.022	1,100,014.919	435,525.463	1,100,020.182	435,687.877	1,100,036.527	18°47'22"	163.234	6.797	82.727	Si
PI: 13	325.000	327.420	436,222.083	1,100,181.081	436,049.178	1,100,134.294	436,274.860	1,100,352.251	57°43'21"	313.748	46.093	179.122	Si
PI: 14	500.000	177.682	436,513.331	1,101,125.672	436,486.876	1,101,039.870	436,567.987	1,101,196.908	20°21'39"	176.748	7.998	89.788	Si
PI: 15	280.000	121.720	437,182.956	1,101,998.434	437,145.314	1,101,949.374	437,237.758	1,102,027.079	24°54'26"	120.764	6.747	61.837	Si
PI: 16	280.000	166.808	438,333.597	1,102,599.862	438,257.414	1,102,560.042	438,374.311	1,102,675.570	34°08'01"	164.353	12.898	85.962	Si
PI: 17	280.000	117.617	438,453.296	1,102,822.440	438,425.025	1,102,769.870	438,500.548	1,102,858.909	24°04'04"	116.755	6.291	59.689	Si
PI: 18	280.000	84.798	438,639.715	1,102,966.320	438,605.891	1,102,940.215	438,664.213	1,103,001.325	17°21'08"	84.475	3.241	42.726	Si
PI: 19	280.000	140.015	438,766.374	1,103,147.300	438,725.375	1,103,088.718	438,830.442	1,103,179.051	28°39'04"	138.561	8.986	71.504	Si
PI: 20	280.000	109.205	439,102.142	1,103,313.703	439,052.589	1,103,289.145	439,157.312	1,103,317.576	22°20'47"	108.514	5.410	55.305	Si
PI: 21	280.000	240.879	439,562.990	1,103,346.059	439,434.844	1,103,337.062	439,639.750	1,103,449.065	49°17'26"	233.519	28.062	128.462	Si
PI: 22	280.000	233.869	439,824.900	1,103,697.524	439,750.661	1,103,597.900	439,948.581	1,103,709.325	47°51'22"	227.130	26.327	124.243	Si
PI: 23	779.540	227.425	440,354.344	1,103,748.043	440,240.336	1,103,737.164	440,460.406	1,103,791.253	16°42'56"	226.619	8.368	114.526	Si
PI: 24	3,902.528	319.484	441,108.105	1,104,055.128	440,960.086	1,103,994.825	441,260.559	1,104,103.126	4°41'26"	319.395	3.272	159.831	Si
PI: 25	684.583	236.978	441,659.249	1,104,228.646	441,545.087	1,104,192.704	441,778.834	1,104,223.722	19°50'01"	235.796	10.384	119.687	Si
PI: 26	2,466.217	113.924	442,438.013	1,104,196.577	442,381.089	1,104,198.921	442,494.984	1,104,196.864	2°38'48"	113.914	0.658	56.972	Si
PI: 27	377.728	236.936	442,857.008	1,104,198.688	442,734.498	1,104,198.071	442,955.834	1,104,271.093	35°56'23"	233.071	19.371	122.512	Si
PI: 28	440.000	447.093	443,286.452	1,104,513.320	443,088.820	1,104,368.525	443,267.453	1,104,757.581	58°13'10"	428.105	63.611	244.998	Si
PI: 29	280.000	220.414	443,228.337	1,105,260.448	443,237.354	1,105,144.524	443,139.855	1,105,335.884	45°06'10"	214.767	23.183	116.274	Si
PI: 30	580.107	223.350	442,997.631	1,105,457.138	443,083.679	1,105,383.777	442,945.435	1,105,557.445	22°03'35"	221.973	10.918	113.075	Si
PI: 31	599.513	554.617	442,600.431	1,106,220.452	442,738.423	1,105,955.268	442,729.194	1,106,490.238	53°00'18"	535.050	70.398	298.939	Si
PI: 32	280.000	287.611	442,836.035	1,106,714.092	442,768.004	1,106,571.552	442,993.216	1,106,729.594	58°51'12"	275.133	41.475	157.943	Si
PI: 33	280.000	65.934	443,466.473	1,106,776.268	443,433.513	1,106,773.018	443,497.766	1,106,787.119	13°29'31"	65.782	1.952	33.120	Si
PI: 34	280.000	141.171	443,659.583	1,106,843.231	443,591.443	1,106,819.603	443,707.829	1,106,896.836	28°53'15"	139.681	9.139	72.120	Si
PI: 35	5,000.000	507.425	444,029.954	1,107,254.744	443,860.081	1,107,066.001	444,179.832	1,107,459.726	5°48'53"	507.208	6.444	253.931	Si
PI: 36	7,000.000	199.112	444,664.161	1,108,122.127	444,605.396	1,108,041.757	444,720.617	1,108,204.137	1°37'47"	199.106	0.708	99.563	Si
PI: 37	500.000	48.586	444,961.460	1,108,553.997	444,947.675	1,108,533.971	444,973.238	1,108,575.266	5°34'03"	48.567	0.591	24.312	Si
PI: 38	440.000	60.173	445,282.283	1,109,133.349	445,267.685	1,109,106.987	445,300.338	1,109,157.474	7°50'08"	60.126	1.031	30.134	Si
PI: 39	280.000	110.629	445,605.639	1,109,565.406	445,572.057	1,109,520.535	445,619.362	1,109,619.746	22°38'16"	109.911	5.554	56.046	Si
PI: 40	440.000	20.541	445,697.477	1,109,929.049	445,694.962	1,109,919.090	445,700.454	1,109,938.881	2°40'29"	20.539	0.120	10.272	Si
PI: 41	790.000	964.631	445,988.771	1,110,890.919	445,828.557	1,110,361.882	446,540.678	1,110,921.683	69°57'40"	905.811	174.183	552.764	Si

Tabla 38: (continuación) Curvas circulares del CIVO

# de Curva	R (m)	L (m)	Coordenada Este PI	Coordenada Norte PI	Coordenada Este PC	Coordenada Norte PC	Coordenada Este PT	Coordenada Norte PT	Δ	C (m)	E (m)	T (m)	¿Cumple con el Radio Mínimo? (R ≥ 280)
PI: 42	280.000	137.695	446,783.511	1,110,935.218	446,713.350	1,110,931.308	446,843.510	1,110,971.794	28°10'34"	136.312	8.683	70.269	Si
PI: 43	280.000	276.789	447,342.605	1,111,276.044	447,213.770	1,111,197.506	447,347.857	1,111,426.839	56°38'20"	265.656	38.067	150.887	Si
PI: 44	440.000	181.023	447,382.071	1,112,409.239	447,378.876	1,112,317.484	447,421.693	1,112,492.059	23°34'21"	179.749	9.476	91.810	Si
PI: 45	440.000	143.896	447,558.640	1,112,778.311	447,527.309	1,112,712.823	447,609.346	1,112,830.263	18°44'16"	143.256	5.949	72.596	Si
PI: 46	440.000	267.426	447,881.898	1,113,109.509	447,780.882	1,113,008.668	447,880.955	1,113,252.241	34°49'25"	263.329	21.130	137.987	Si
PI: 47	280.000	280.936	447,885.529	1,113,677.855	447,884.548	1,113,524.285	448,015.558	1,113,759.569	57°29'15"	269.300	39.350	153.573	Si
PI: 48	280.000	244.860	448,430.802	1,114,020.522	448,319.988	1,113,950.883	448,448.447	1,114,150.206	50°06'18"	237.132	29.078	130.879	Si

Fuente: Propia con ayuda del programa Civil 3D

R: Radio de curvatura L: Longitud de curva PI: Punto de Intersección de Tangentes PC: Punto Curvatura PT: Punto de Tangencia Δ=Ángulo de intersección C: Cuerda principal E: Secante Externa T: Tangente

Tabla 39: Curvas espirales del CIVO

Número de Espiral	Valor A (m)	Radio de Entrada (m)	Radio de Salida (m)	Ls (m)	Xs (m)	Ys (m)	Estación PIs	Estación TS o CS	Estación SC o ST	Inicio Dirección (Azimut)	Angulo Delta	Coordenada Este PIs	Coordenada Norte PIs	TS o CS Coordenada Este	TS o CS Coordenada Norte	SC o ST Este	SC o ST Coordenada Norte	¿Cumple con el Radio Mínimo? (R ≥ 280)
S: 1	140.00	Infinito	280.00	70.000	69.891	2.913	2+634.12	2+587.417	2+657.417	282° 56' 48.67"	7°09'43.10"	435,194.276	1,094,684.792	435,239.793	1,094,674.327	435,172.332	1,094,692.826	Si
S: 2	140.00	280.00	Infinito	70.000	69.891	2.913	2+880.71	2+857.341	2+927.341	331° 01' 08.01"	7°09'43.10"	435,012.337	1,094,840.533	435,023.659	1,094,820.091	434,994.978	1,094,883.892	Si
S: 3	140.00	Infinito	280.00	70.000	69.891	2.913	4+814.46	4+767.760	4+837.760	291° 49' 05.18"	7°09'43.10"	433,608.006	1,095,967.442	433,651.365	1,095,950.084	433,587.563	1,095,978.764	Si
S: 4	140.00	280.00	Infinito	70.000	69.891	2.913	5+076.26	5+052.896	5+122.896	343° 00' 10.73"	7°09'43.10"	433,448.624	1,096,164.202	433,455.455	1,096,141.855	433,440.647	51,096,210.221	Si
S: 5	175.50	Infinito	440.00	70.000	69.956	1.855	31+617.19	31+570.509	31+640.509	44° 18' 17.54"	4°33'27.43"	447,765.954	1,112,990.717	447,733.347	1,112,957.310	447,780.882	1,113,008.668	Si
S: 6	175.50	440.00	Infinito	70.000	69.956	1.855	31+931.28	31+907.935	31+977.935	4° 55' 25.16"	4°33'27.43"	447,882.958	1,113,275.502	447,880.955	1,113,252.241	447,883.257	1,113,322.183	Si

Fuente: Propia con ayuda del programa Civil 3D

A: Parámetro de la Clotoide Ls: Longitud Total de arco transición X: Abscisa del SC, se mide desde la tangente inicial Y: Ordenada del SC, se mide desde la tangente inicial Pis: Intersección de la tangente corta con la tangente general

TS: Punto de cambio de tangente a la curva de transición SC: Punto de cambio de curva de transición a circulo CS: Punto de cambio de circulo a curva de transición. ST: Punto de cambio de curva de transición a tangente

Como se muestra en las Tabla 37, Tabla 38 y Tabla 39, los radios de las curvas son mayor o igual a 280 m y la longitud de los tramos rectos menores a 1.6 km, por lo que se concluye que el alineamiento horizontal diseñado del corredor "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO) cumple con lo dispuesto en la normativa del Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras de la SIECA, para una velocidad de diseño de 80 km/h.

Además, se diseña la ampliación de la calle de acceso al “Aeropuerto Internacional Metropolitano”, con el fin de lograr conexión entre el Cantón de San Ramón con el nuevo Aeropuerto. Actualmente es una carretera de pavimento flexible de dos carriles con un ancho de 6.5 m aproximadamente, un sector de esta carretera es parte de la red de rutas cantonales y el otro tramo es parte de la Ruta Nacional 757 categorizada como una ruta terciaria, a continuación, se muestra el estado actual de la carretera que conectará el Aeropuerto con el CIVO.

Mapa de ubicación de Ruta a Ampliar e Intercambio con el "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO)

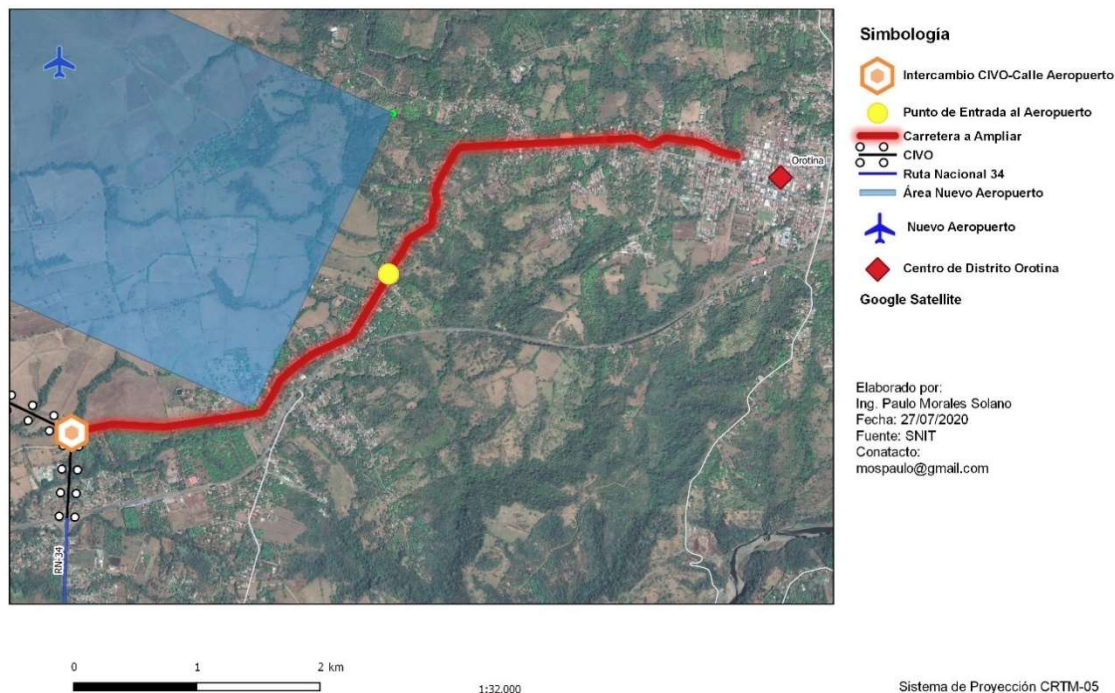


Ilustración 63: Ubicación de la Calle acceso al Aeropuerto Metropolitano a Ampliar.

Fuente: Propia con información (Sistema Nacional de Información Territorial, 2019)



Ilustración 64: Estado de la Ruta Nacional 757 y Calle Pozón

Fuente: Propia.

El alineamiento del corredor de acceso al aeropuerto tiene una longitud de 6.897 km, para su diseño se considera que este servirá como acceso al aeropuerto, al centro de Orotina y a la una zona económica especial que se desarrollará en los alrededores de la terminal aeroportuaria como se muestra en la Ilustración 65. Debido a lo anterior se considera que este corredor vial debe proyectarse para una velocidad de diseño como máximo de 60 km/h debido a que se prevé tránsito peatonal y de ciclistas en este corredor vial. Este

corredor se puede clasificar como parte de la Red Básica de Acceso, la cual se categoriza por velocidades comerciales de 40 km/h según el Plan Nacional de Transporte de Costa Rica 2011-2035.

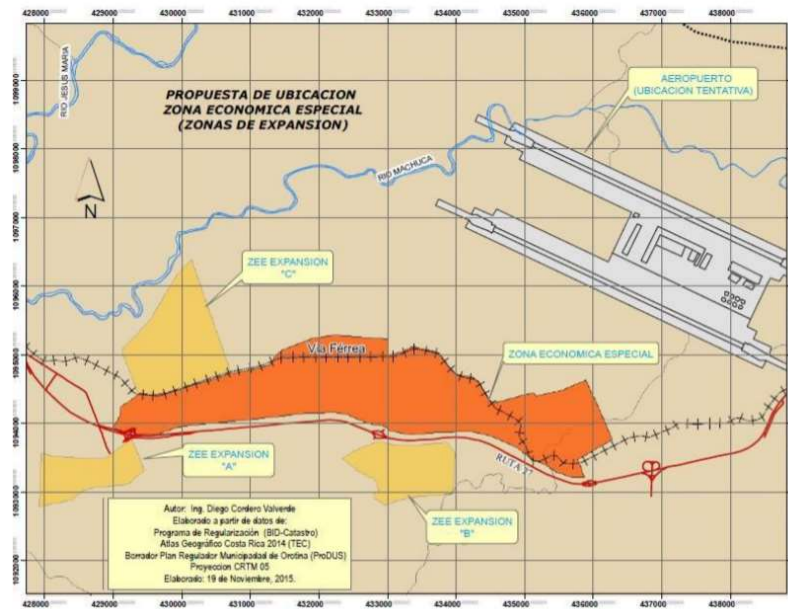


Ilustración 65: Ubicación de la zona económica en las cercanías del Nuevo Aeropuerto Metropolitano.

Fuente: (Mott MacDonald, 2017)

Para esta velocidad de diseño, según (SIECA, 2011) se requiere como mínimo:

- Radio de las curvas circulares:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127 * (e_{max} + f_{max})}$$

Donde:

V= Velocidad de diseño en km/h.

e_{max}= tasa de sobreelevación.

f_{max}= Factor de fricción lateral

$$R_{min} = \frac{60^2}{127 * (0.04 + 0.17)} = 130.0 \text{ m}$$

- Distancia de Visibilidad y Parada

$$d = 0.278 * V * t + \frac{V^2}{254 * \left(\left(\frac{a}{9.81} \right) \pm G \right)}$$

Donde:

V= Velocidad de diseño en km/h.

t= Tiempo de percepción-reacción.

a= Tasa de desaceleración.

G=pendiente

$$d = 0.278 * 60 * 2.5 + \frac{60^2}{254 * \left(\left(\frac{3.4}{9.81} \right) - 0.10 \right)} = 99.2 \text{ m}$$

- Distancia de Visibilidad Decisión:

VELOCIDAD DE DISEÑO (KPH)	DISTANCIA DE DECISIÓN PARA EVITAR LA MANIOBRA (m)				
	A	B	C	D	E
50	70	155	145	170	195
60	95	195	170	205	235
70	115	235	200	235	275
80	140	280	230	270	315
90	170	325	270	315	360
100	200	370	315	355	400
110	235	420	330	380	430
120	265	470	360	415	470

AASHTO 2004, pp. 116

CUADRO 3.2 DISTANCIAS DE VISIBILIDAD DE DECISIÓN

$$d = 195 \text{ en carretera Urbana}$$

- Longitud de recta máxima:

$$Lr = 20 * V$$

Donde:

Lr= Longitud de recta.

V= Velocidad de diseño km/h.

$$Lr = 20 * 60 = 1200 \text{ m}$$

A continuación, se presenta los resultados del diseño del alineamiento horizontal de la “Calle acceso al Aeropuerto Metropolitano”:

Tabla 40: Parámetros de diseño del alineamiento corredor de acceso al Aeropuerto.

TRAMO	Longitud de recta (m)	Dirección (Azimut)	Coordenada Norte PC (CRTM-05)	Coordenada Este PC (CRTM-05)	Coordenada Norte PT (CRTM-05)	Coordenada Este PT (CRTM-05)	¿Cumple con la longitud máxima de recta? ($L_r \leq 1200$ m)
L: 50	40.82	90° 01' 20"	1,093,878,309	436,627,310	1,093,878,293	436,668,132	Si
L: 51	50.98	70° 50' 00"	1,093,889,381	436,733,878	1,093,906,118	436,782,028	Si
L: 52	35.21	67° 13' 30"	1,093,910,624	436,793,785	1,093,924,254	436,826,248	Si
L: 53	375.63	70° 05' 40"	1,093,931,347	436,844,402	1,094,059,239	437,197,588	Si
L: 54	107.30	97° 44' 10"	1,094,073,420	437,330,612	1,094,058,976	437,436,933	Si
L: 55	95.08	83° 26' 10"	1,094,057,062	437,624,057	1,094,067,930	437,718,518	Si
L: 56	115.60	57° 15' 10"	1,094,110,597	437,837,974	1,094,173,130	437,935,203	Si
L: 57	147.71	95° 06' 30"	1,094,216,520	438,111,599	1,094,203,366	438,258,722	Si
L: 58	41.93	28° 41' 50"	1,094,347,809	438,529,267	1,094,384,586	438,549,399	Si
L: 59	208.60	51° 14' 20"	1,094,468,477	438,619,712	1,094,599,076	438,782,374	Si
L: 60	33.08	57° 30' 10"	1,094,616,896	438,807,238	1,094,634,669	438,835,140	Si
L: 61	188.16	67° 14' 10"	1,094,656,704	438,877,232	1,094,729,508	439,050,734	Si
L: 62	47.41	62° 44' 30"	1,094,738,792	439,070,634	1,094,760,505	439,112,778	Si
L: 63	577.91	29° 54' 20"	1,094,869,809	439,227,253	1,095,370,769	439,515,390	Si
L: 64	49.96	35° 37' 20"	1,095,382,087	439,522,674	1,095,422,698	439,551,771	Si
L: 65	95.97	27° 10' 50"	1,095,439,657	439,562,123	1,095,525,026	439,605,960	Si
L: 66	93.37	62° 35' 00"	1,095,583,196	439,663,893	1,095,626,189	439,746,779	Si
L: 67	219.15	6° 05' 40"	1,095,731,692	439,818,856	1,095,949,606	439,842,127	Si
L: 68	230.65	27° 34' 20"	1,095,997,756	439,856,695	1,096,202,213	439,963,454	Si
L: 69	625.41	86° 56' 30"	1,096,310,963	440,132,569	1,096,344,333	440,757,089	Si
L: 70	625.09	87° 20' 10"	1,096,346,048	440,791,408	1,096,375,110	441,415,824	Si
L: 71	68.77	112° 31' 20"	1,096,364,960	441,473,810	1,096,338,620	441,537,333	Si
L: 72	43.40	63° 17' 50"	1,096,342,721	441,649,703	1,096,362,220	441,688,472	Si
L: 73	224.59	97° 54' 40"	1,096,375,332	441,767,717	1,096,344,416	441,990,164	Si
L: 74	127.54	117° 10' 20"	1,096,330,803	442,033,229	1,096,272,561	442,146,693	Si
L: 75	114.02	101° 45' 00"	1,096,260,492	442,180,851	1,096,237,275	442,292,477	Si

Fuente: Propia con ayuda del programa Civil 3D

A continuación, se presenta los resultados del diseño de las curvas circulares del alineamiento horizontal del corredor en estudio:

Tabla 41: Curvas circulares del Corredor de acceso al Aeropuerto Metropolitano.

# de Curva	R (m)	L (m)	Coordenada Este PI	Coordenada Norte PI	Coordenada Este PC	Coordenada Norte PC	Coordenada Este PT	Coordenada Norte PT	Δ	C (m)	E (m)	T (m)	¿Cumple con el Radio Mínimo? (R ≥ 135 m)
PI: 49	200,000	66,987	436,701,942	1,093,878,280	436,668,132	1,093,878,293	436,733,878	1,093,889,381	19°11'25"	66,674	2,838	33,810	Si
PI: 50	200,000	12,593	436,787,978	1,093,908,186	436,782,028	1,093,906,118	436,793,785	1,093,910,624	3°36'27"	12,590	0.099	6,298	Si
PI: 51	389,210	19,492	436,835,237	1,093,928,028	436,826,248	1,093,924,254	436,844,402	1,093,931,347	2°52'10"	19,490	0.122	9,748	Si
PI: 52	280,000	135,084	437,262,356	1,094,082,692	437,197,588	1,094,059,239	437,330,612	1,094,073,420	27°38'31"	133,778	8,349	68,883	Si
PI: 53	751,754	187,621	437,530,375	1,094,046,283	437,436,933	1,094,058,976	437,624,057	1,094,057,062	14°17'59"	187,134	5,891	94,301	Si
PI: 54	280,000	127,958	437,783,208	1,094,075,374	437,718,518	1,094,067,930	437,837,974	1,094,110,597	26°11'01"	126,847	7,472	65,116	Si
PI: 55	280,000	185,001	438,015,961	1,094,225,071	437,935,203	1,094,173,130	438,111,599	1,094,216,520	37°51'23"	181,655	16,006	96,019	Si
PI: 56	280,000	324,556	438,441,267	1,094,187,045	438,258,722	1,094,203,366	438,529,267	1,094,347,809	66°24'47"	306,689	54,647	183,273	Si
PI: 57	280,000	110,170	438,576,195	1,094,433,539	438,549,399	1,094,384,586	438,619,712	1,094,468,477	22°32'38"	109,460	5,507	55,807	Si
PI: 58	280,000	30,605	438,794,319	1,094,608,666	438,782,374	1,094,599,076	438,807,238	1,094,616,896	6°15'46"	30,590	0.419	15,318	Si
PI: 59	280,000	47,568	438,855,248	1,094,647,479	438,835,140	1,094,634,669	438,877,232	1,094,656,704	9°44'02"	47,511	1,013	23,842	Si
PI: 60	280,000	21,964	439,060,867	1,094,733,760	439,050,734	1,094,729,508	439,070,634	1,094,738,792	4°29'40"	21,959	0.216	10,988	Si
PI: 61	280,000	160,465	439,186,119	1,094,798,292	439,112,778	1,094,760,505	439,227,253	1,094,869,809	32°50'08"	158,278	11,902	82,503	Si
PI: 62	135,000	13,466	439,518,749	1,095,376,610	439,515,390	1,095,370,769	439,522,674	1,095,382,087	5°42'54"	13,460	0.168	6,738	Si
PI: 63	135,000	19,887	439,557,573	1,095,430,796	439,551,771	1,095,422,698	439,562,123	1,095,439,657	8°26'26"	19,869	0.367	9,962	Si
PI: 64	135,000	83,418	439,625,643	1,095,563,356	439,605,960	1,095,525,026	439,663,893	1,095,583,196	35°24'13"	82,097	6,710	43,089	Si
PI: 65	135,000	133,098	439,811,155	1,095,659,581	439,746,779	1,095,626,189	439,818,856	1,095,731,692	56°29'19"	127,773	18,246	72,521	Si
PI: 66	135,000	50,602	439,844,846	1,095,975,062	439,842,127	1,095,949,606	439,856,695	1,095,997,756	21°28'34"	50,306	2,406	25,601	Si
PI: 67	203,000	210,348	440,017,015	1,096,304,789	439,963,454	1,096,202,213	440,132,569	1,096,310,963	59°22'11"	201,063	30,666	115,718	Si
PI: 68	5,000,000	34,362	440,774,245	1,096,345,249	440,757,089	1,096,344,333	440,791,408	1,096,346,048	0°23'38"	34,362	0.030	17,181	Si
PI: 69	135,000	59,344	441,445,951	1,096,376,512	441,415,824	1,096,375,110	441,473,810	1,096,364,960	25°11'11"	58,867	3,328	30,159	Si
PI: 70	135,000	115,979	441,594,457	1,096,314,933	441,537,333	1,096,338,620	441,649,703	1,096,342,721	49°13'23"	112,445	13,490	61,841	Si
PI: 71	135,000	81,557	441,726,051	1,096,381,122	441,688,472	1,096,362,220	441,767,717	1,096,375,332	34°36'50"	80,323	6,402	42,066	Si
PI: 72	135,000	45,378	442,012,851	1,096,341,262	441,990,164	1,096,344,416	442,033,229	1,096,330,803	19°15'33"	45,165	1,929	22,905	Si
PI: 73	135,000	36,337	442,162,955	1,096,264,214	442,146,693	1,096,272,561	442,180,851	1,096,260,492	15°25'19"	36,228	1,232	18,279	Si

Fuente: Propia con ayuda del programa Civil 3D

R: Radio de curvatura L: Longitud de curva PI: Punto de Intersección de Tangentes PC: Punto Curvatura PT: Punto de Tangencia Δ=Ángulo de intersección C: Cuerda principal E: Secante Externa T: Tangente

Como se muestra en las Tabla 40 y Tabla 41, los radios de las curvas son mayor o igual a 135 m y la longitud de los tramos rectos menores a 1.2 km, por lo que se concluye que el alineamiento horizontal diseñado del “Calle acceso al Aeropuerto Metropolitano” cumple con lo dispuesto en la normativa del Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras de la SIECA, para una velocidad de diseño de 60 km/h.

4.2.1.2. Alineamiento Vertical.

Para el diseño del alineamiento vertical del corredor vial en estudio, se trazó con ayuda del programa Civil 3D verificando la normativa nacional contenida en el Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras de la SIECA. En la Ilustración 66 se muestra el diseño del alineamiento vertical; el cual se puede ver con mayor detalle en el archivo Civil 3D anexo a este trabajo.

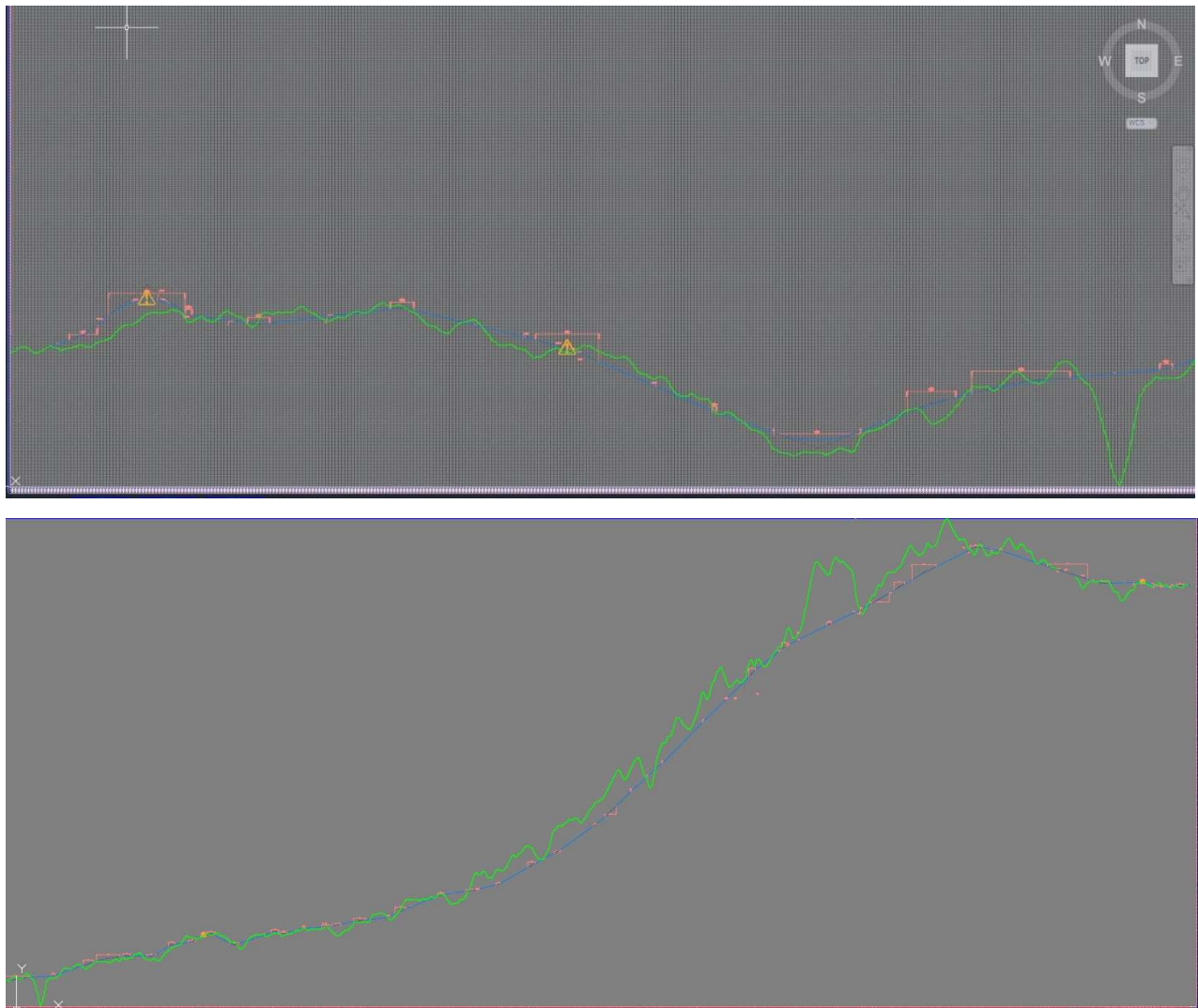


Ilustración 66: Imagen del alineamiento vertical del CIVO realizado con programa Civil 3D

Fuente: Propia con ayuda del programa Civil 3D

Como se indicó en el apartado 4.2.1.1, el “Corredor de Interconexión Vial Occidente” a tener características de un “Conector de Integración Territorial” se diseñó procurando cumplir con una pendiente máxima de un 8% y una pendiente mínima de 0.5% para permitir un adecuado drenaje de las aguas de escorrentía.

El diseño del alineamiento vertical se realizó a partir de curvas parabólicas (convexas y cóncavas), por lo que se comparó la “tasa de curvatura” (K) mínimas para una velocidad de diseño de 80 km/h, con las “K” de las curvas diseñadas para el corredor vial en estudio.

A continuación, se muestra los valores de “K” mínimos para las “distancias de visibilidad de parada” y “distancia iluminada por los faros delanteros del Vehículo”.

Tabla 42: Control de Diseño para Curva Vertical en Cresta para la “distancia de visibilidad de parada”.

Velocidad de Diseño KPH	Distancia de Visibilidad de Parada (m)	Tasa de Curvatura Vertical K	
		Calculada	Para Diseño
20	20	0.6	1
30	35	1.9	2
40	50	3.8	4
50	65	6.4	7
60	85	11.0	11
70	105	16.8	17
80	130	25.7	26
90	160	38.9	39
100	185	52.0	52
110	220	73.6	74
120	250	95.0	95

K = Longitud (m) por porcentaje de A

Cuadro 3.23. Control de Diseño para Curva Vertical en Cresta para Distancia de Visibilidad de Parada

Fuente: (SIECA, 2011)

Tabla 43: Control de Diseño para Curva Vertical Cóncava o en Cumpio.

Velocidad de Diseño KPH	Distancia de Visibilidad de Parada (m)	Tasa de Curvatura Vertical K	
		Calculada	Para Diseño
20	20	2.1	3
30	35	5.1	6
40	50	8.5	9
50	65	12.2	13
60	85	17.3	18
70	105	22.6	23
80	130	29.4	30
90	160	37.6	38
100	185	44.6	45
110	220	54.4	55
120	250	62.8	63

K = Longitud (m) por porcentaje de A

Cuadro 3.25. Control de Diseño para Curva Vertical Cóncava o en Cumpio

Fuente: (SIECA, 2011)

Para una velocidad de 80 km/h se tiene obtiene la siguientes Tasas de Curva vertical:

- K mínima distancia de visibilidad de parada: 26
- K mínimo para la distancia de visión de las luces: 30

A continuación, se presenta los resultados del diseño del alineamiento vertical del “Corredor de Interconexión Vial Occidente”:

Tabla 44: Parámetros de diseño del perfil del alineamiento del CIVO

No.	Estación PVI	Elevación PVI	Pendiente Entrada	Pendiente Salida	A (Cambio de Pendiente)	Tipo de Curva	Tipo de Sub entidad	Longitud de Curva	Valor K	K mínimo distancia de visibilidad de parada	K mínimo para la distancia de visión de las luces	Radio de Curva	Longitud 1 Asimétrica	Longitud 2 Asimétrica	Velocidad de Diseño	¿El K es mayor o igual al Mínimo?
1	0+225,41m	145,466m		3,31%												Si
2	0+455,23m	153,081m	3,31%	7,92%	4,61%	Columpio	Parábola Simétrica	170,609m	37,00		30,00	3700,000m			80 km/h	Si
3	0+845,41m	184,000m	7,92%	-7,15%	15,08%	Cresta	Parábola Simétrica	467,418m	31,00	26,00		3100,000m			80 km/h	Si
4	1+100,73m	165,736m	-7,15%	-1,34%	5,82%	Columpio	Parábola Simétrica	42,266m	30,00		30,00	726,544m			80 km/h	Si
5	1+530,00m	160,000m	-1,34%	1,19%	2,52%	Columpio	Parábola Simétrica	134,249m	53,24		30,00	5323,494m			80 km/h	Si
6	2+408,51m	170,417m	1,19%	-2,43%	3,62%	Cresta	Parábola Simétrica	143,963m	39,77	26,00		3976,941m			80 km/h	Si
7	3+420,00m	145,794m	-2,43%	-4,37%	1,94%	Cresta	Parábola Simétrica	387,426m	200,00	26,00		20000,000m			80 km/h	Si
8	4+320,99m	106,409m	-4,37%	-3,50%	0,87%	Columpio	Parábola Simétrica	27,013m	31,00		30,00	3100,000m			80 km/h	Si
9	4+950,99m	84,359m	-3,50%	3,92%	7,42%	Columpio	Parábola Simétrica	534,247m	72,00		30,00	7200,000m			80 km/h	Si
10	5+650,70m	111,788m	3,92%	2,41%	1,51%	Cresta	Parábola Simétrica	300,000m	198,85	26,00		19885,101m			80 km/h	Si
11	6+200,10m	125,037m	2,41%	0,84%	1,57%	Cresta	Parábola Simétrica	603,118m	385,00	26,00		38500,000m			80 km/h	Si
12	7+088,18m	132,540m	0,84%	3,45%	2,60%	Columpio	Parábola Simétrica	78,032m	30,00		30,00	3000,000m			80 km/h	Si
13	7+924,64m	161,364m	3,45%	2,82%	0,63%	Cresta	Parábola Simétrica	230,000m	366,84	26,00		36683,646m			80 km/h	Si
14	8+399,49m	174,750m	2,82%	1,20%	1,62%	Cresta	Parábola Simétrica	548,415m	338,00	26,00		33800,000m			80 km/h	Si
15	8+832,42m	179,930m	1,20%	-0,35%	1,55%	Cresta	Parábola Simétrica	180,000m	116,10	26,00		11610,046m			80 km/h	Si
16	9+409,86m	177,886m	-0,35%	5,86%	6,21%	Columpio	Parábola Simétrica	205,033m	33,00		30,00	3300,000m			80 km/h	Si
17	9+896,98m	206,428m	5,86%	1,36%	4,50%	Cresta	Parábola Simétrica	148,477m	33,00	26,00		3300,000m			80 km/h	Si
18	10+387,17m	213,094m	1,36%	6,08%	4,72%	Columpio	Parábola Simétrica	169,935m	36,00		30,00	3600,000m			80 km/h	Si
19	10+651,11m	229,142m	6,08%	2,44%	3,64%	Cresta	Parábola Simétrica	94,692	26,00	26,00		2600,01			80 km/h	Si
20	10+834,71m	233,619m	2,44%	-5,38%	7,81%	Cresta	Parábola Simétrica	178,992m	26,00	26,00		2290,383m			80 km/h	Si
21	11+375,65m	204,535m	-5,38%	3,50%	8,87%	Columpio	Parábola Simétrica	220,000m	30,00		30,00	2479,050m			80 km/h	Si
22	12+339,20m	238,238m	3,50%	-2,95%	6,44%	Cresta	Parábola Simétrica	110,000m	26,00	26,00		1706,845m			80 km/h	Si
23	12+554,23m	231,902m	-2,95%	2,67%	5,61%	Columpio	Parábola Simétrica	174,011m	31,00		30,00	3100,000m			80 km/h	Si
24	13+032,10m	244,643m	2,67%	0,83%	1,83%	Cresta	Parábola Simétrica	10,000m	26,00	26,00		545,490m			80 km/h	Si
25	13+555,00m	249,000m	0,83%	1,20%	0,37%	Columpio	Parábola Simétrica	200,000m	545,19		30,00	54519,349m			80 km/h	Si
26	13+805,00m	252,000m	1,20%	2,02%	0,82%	Columpio	Parábola Simétrica	210,000m	256,61		30,00	25661,435m			80 km/h	Si
27	14+350,00m	263,000m	2,02%	1,07%	0,94%	Cresta	Parábola Simétrica	280,000m	296,68	26,00		29667,463m			80 km/h	Si
28	15+039,89m	270,413m	1,07%	5,65%	4,57%	Columpio	Parábola Simétrica	54,398m	30,00		30,00	1190,189m			80 km/h	Si

Tabla 44: (continuación) Parámetros de diseño del perfil del alineamiento del CIVO

No.	Estación PVI	Elevación PVI	Pendiente Entrada	Pendiente Salida	A (Cambio de Pendiente)	Tipo de Curva	Tipo de Sub entidad	Longitud de Curva	Valor K	K mínimo distancia de visibilidad de parada	K mínimo para la distancia de visión de las luces	Radio de Curva	Longitud 1 Asimétrica	Longitud 2 Asimétrica	Velocidad de Diseño	¿El K es mayor o igual al Mínimo?
29	15+318,28m	286,129m	5,65%	3,91%	1,73%	Cresta	Parábola Simétrica	240,000m	138,64	26,00		13864,109m			80 km/h	Si
30	16+279,48m	323,751m	3,91%	1,45%	2,47%	Cresta	Parábola Simétrica	130,679m	53,00	26,00		5300,000m			80 km/h	Si
31	17+056,16m	335,000m	1,45%	2,41%	0,96%	Columpio	Parábola Asimétrica	322,021m	335,98				197,021m	125,000m	80 km/h	Si
32	17+630,16m	348,815m	2,41%	5,60%	3,20%	Columpio	Curva Circular	95,895m	30,00			3007,602m			80 km/h	Si
33	18+430,54m	393,663m	5,60%	5,33%	0,28%	Cresta	Parábola Simétrica	180,000m	652,48	26,00		65247,646m			80 km/h	Si
34	19+034,05m	425,815m	5,33%	7,07%	1,74%	Columpio	Parábola Simétrica	135,526m	77,89		30,00	7788,485m			80 km/h	Si
35	19+926,43m	488,885m	7,07%	9,05%	1,98%	Cresta	Parábola Simétrica	59,449	30,00		30,00	3000,01			80 km/h	Si
36	20+295,61m	522,293m	9,05%	9,60%	0,55%	Columpio	Parábola Simétrica	260,000m	471,08		30,00	47108,080m			80 km/h	Si
37	20+780,75m	568,871m	9,60%	8,64%	0,96%	Cresta	Parábola Simétrica	10,000m	26,00	26,00		1038,019m			80 km/h	Si
38	21+173,56m	602,801m	8,64%	9,54%	0,90%	Columpio	Parábola Simétrica	10,000m	30,00		30,00	1112,709m			80 km/h	Si
39	21+523,81m	636,203m	9,54%	10,05%	0,52%	Columpio	Parábola Simétrica	10,000m	30,00		30,00	1937,318m			80 km/h	Si
40	22+491,45m	733,476m	10,05%	10,00%	0,05%	Cresta	Parábola Simétrica	10,000m	190,05	26,00		19004,995m			80 km/h	Si
41	23+650,41m	849,371m	10,00%	8,00%	2,00%	Cresta	Parábola Simétrica	160,000m	80,00	26,00		8000,000m			80 km/h	Si
42	24+440,89m	912,610m	8,00%	5,00%	3,00%	Cresta	Parábola Simétrica	180,000m	60,00	26,00		6000,000m			80 km/h	Si
43	25+481,82m	964,656m	5,00%	4,66%	0,34%	Cresta	Parábola Simétrica	100,000m	293,36	26,00		29335,710m			80 km/h	Si
44	26+240,41m	1000,000m	4,66%	5,88%	1,22%	Columpio	Curva Circular	31,596m	30,00		30,00	2600,000m			80 km/h	Si
45	26+686,61m	1026,234m	5,88%	5,94%	0,06%	Columpio	Parábola Simétrica	437,804m	7 294,34		30,00	729434,018m			80 km/h	Si
46	27+139,79m	1053,151m	5,94%	5,85%	0,09%	Cresta	Parábola Simétrica	251,651m	2 911,11	26,00		291110,795m			80 km/h	Si
47	27+725,41m	1087,427m	5,85%	5,00%	0,85%	Cresta	Parábola Simétrica	573,851m	672,74	26,00		67273,982m			80 km/h	Si
48	28+956,87m	1149,000m	5,00%	-1,68%	6,68%	Cresta	Parábola Simétrica	283,199m	42,36	26,00		4236,350m			80 km/h	Si
49	29+546,12m	1139,071m	-1,68%	-3,22%	1,54%	Cresta	Parábola Simétrica	36,691m	26,00	26,00		2384,307m			80 km/h	Si
50	31+130,41m	1087,996m	-3,22%	-3,34%	0,12%	Cresta	Parábola Simétrica	944,389m	7 825,91	26,00		782591,203m			80 km/h	Si
51	31+925,41m	1061,408m	-3,34%	0,47%	3,81%	Columpio	Parábola Simétrica	360,000m	94,42		30,00	9441,934m			80 km/h	Si
52	32+906,13m	1066,000m	0,47%	-3,46%	3,93%	Cresta	Parábola Simétrica	102,091m	26,00	26,00		2600,000m			80 km/h	Si
53	33+325,41m	1051,500m	-3,46%	0,96%	4,42%	Columpio	Parábola Simétrica	132,473m	30,00		30,00	3000,000m			80 km/h	Si
54	33+795,41m	1056,000m	0,96%	0,26%	0,70%	Cresta	Parábola Simétrica	160,000m	228,86	26,00		22885,537m			80 km/h	Si
55	34+022,60m	1056,587m	0,26%													

Fuente: Propia con ayuda del programa Civil 3D

Con respecto a la ampliación de la calle de acceso al “Aeropuerto Internacional Metropolitano” (Ruta Nacional 757 y calle pozón), se realiza ajustes al alineamiento vertical existente para cumplir con la normativa de la SIECA para una velocidad de diseño de 60 km/h, por lo que se obtiene la siguiente “tasa de curvatura” (K) mínimas:

- K mínima distancia de visibilidad de parada: 11
- K mínimo para la distancia de visión de las luces: 18

A continuación, se muestra el diseño del alineamiento vertical de la calle de acceso al aeropuerto; el cual se puede ver con mayor detalle en el archivo Civil 3D anexo a este trabajo.



Ilustración 67: Imagen del alineamiento vertical de la calle de acceso al “Aeropuerto Internacional Metropolitano” realizado con programa Civil 3D

Fuente: Propia con ayuda del programa Civil 3D

Tabla 45: Parámetros de diseño del perfil del alineamiento corredor de acceso al Aeropuerto.

No.	Estación PVI	Elevación PVI	Pendiente Entrada	Pendiente Salida	A (Cambio de Pendiente)	Tipo de Curva	Tipo de Subentidad	Longitud de Curva	Valor K	K mínimo de distancia de visibilidad de parada	K mínimo para la distancia de visión de las luces	Radio de Curva	Longitud 1 Asimétrica	Longitud 2 Asimétrica	Velocidad de Diseño	¿El K es mayor o igual al Mínimo?
1	0+000,00m	156,170m		2,59%												Si
2	0+046,11m	157,365m	2,59%	6,50%	3,90%	Columpio	Parábola Simétrica	70,286m	18,00		18,00	1800,000m			60 km/h	Si
3	0+120,00m	162,165m	6,50%	0,81%	5,68%	Cresta	Curva Circular	18,000m	11,00	11,00		317,387m			60 km/h	Si
4	0+222,87m	163,000m	0,81%	0,73%	0,08%	Cresta	Parábola Asimétrica	20,463m	254,74	11,00			10,232m	10,232m	60 km/h	Si
5	0+460,00m	164,733m	0,73%	4,74%	4,00%	Columpio	Parábola Simétrica	55,373m	18,00		18,00	1382,747m			60 km/h	Si
6	0+605,57m	171,627m	4,74%	3,84%	0,90%	Cresta	Parábola Simétrica	42,067m	46,87	11,00		4687,010m			60 km/h	Si
7	0+669,04m	174,063m	3,84%	9,99%	6,15%	Columpio	Parábola Simétrica	20,441m	18,00		18,00	332,312m			60 km/h	Si
8	0+725,01m	179,654m	9,99%	1,25%	8,74%	Cresta	Parábola Simétrica	19,746m	11,00	11,00		225,933m			60 km/h	Si
9	0+758,48m	180,072m	1,25%	-5,66%	6,91%	Cresta	Parábola Simétrica	34,810m	11,00	11,00		503,556m			60 km/h	Si
10	0+883,64m	172,984m	-5,66%	-1,60%	4,07%	Columpio	Parábola Simétrica	35,173m	18,65		18,00	864,506m			60 km/h	Si
11	1+009,23m	170,981m	-1,60%	1,19%	2,79%	Columpio	Parábola Simétrica	47,256m	16,95		18,00	1694,661m			60 km/h	Si
12	1+067,95m	171,681m	1,19%	-1,77%	2,96%	Cresta	Parábola Simétrica	45,264m	15,27	11,00		1526,873m			60 km/h	Si
13	1+158,53m	170,077m	-1,77%	1,51%	3,28%	Columpio	Parábola Simétrica	35,011m	18,00		18,00	1066,665m			60 km/h	Si
14	1+238,53m	171,286m	1,51%	1,78%	0,27%	Columpio	Parábola Simétrica	35,011m	128,03		18,00	12803,410m			60 km/h	Si
15	1+302,55m	172,429m	1,78%	1,88%	0,09%	Columpio	Parábola Simétrica	43,258m	473,18		18,00	47318,315m			60 km/h	Si
16	1+394,56m	174,155m	1,88%	2,56%	0,68%	Columpio	Parábola Simétrica	35,035m	51,35		18,00	5134,815m			60 km/h	Si
17	1+542,99m	177,952m	2,56%	-1,00%	3,56%	Cresta	Parábola Simétrica	31,182m	11,00	11,00		875,704m			60 km/h	Si
18	1+637,09m	177,009m	-1,00%	2,83%	3,83%	Columpio	Parábola Simétrica	28,578m	18,00		18,00	746,337m			60 km/h	Si
19	1+771,31m	180,803m	2,83%	2,87%	0,04%	Columpio	Parábola Simétrica	31,183m	734,61		18,00	73460,949m			60 km/h	Si
20	1+851,95m	183,117m	2,87%	1,79%	1,08%	Cresta	Parábola Simétrica	35,347m	32,70	11,00		3269,504m			60 km/h	Si
21	1+933,34m	184,572m	1,79%	-1,77%	3,56%	Cresta	Parábola Simétrica	16,883m	11,00	11,00		474,283m			60 km/h	Si
22	2+028,26m	182,890m	-1,77%	-2,77%	1,00%	Cresta	Parábola Simétrica	21,549m	21,65	11,00		2164,913m			60 km/h	Si
23	2+065,55m	181,858m	-2,77%	-2,83%	0,06%	Cresta	Parábola Asimétrica	39,773m	661,46	11,00			19,886m	19,886m	60 km/h	Si
24	2+183,94m	178,511m	-2,83%	-0,30%	2,52%	Columpio	Parábola Simétrica	27,824m	18,00		18,00	1102,206m			60 km/h	Si
25	2+269,64m	178,252m	-0,30%	4,50%	4,80%	Columpio	Parábola Asimétrica	90,000m	18,75		18,00		45,000m	45,000m	60 km/h	Si
26	2+389,10m	183,625m	4,50%	-5,77%	10,27%	Cresta	Parábola Asimétrica	62,152m	11,00	11,00			31,076m	31,076m	60 km/h	Si
27	2+568,14m	173,290m	-5,77%	-2,56%	3,21%	Columpio	Parábola Simétrica	99,856m	31,10		18,00	3110,198m			60 km/h	Si

Tabla 45: Parámetros de diseño del perfil del alineamiento corredor de acceso al Aeropuerto.

No.	Estación PVI	Elevación PVI	Pendi ente Entra da	Pendiente Salida	A (Cambio de Pendiente)	Tipo de Curva	Tipo de Sub entidad	Longitud de Curva	Valor K	K mínimo de distancia de visibilidad de parada	K mínimo para la distancia de visión de las luces	Radio de Curva	Longitud 1 Asimétrica	Longitud 2 Asimétrica	Velocidad de Diseño	¿El K es mayor o igual al Mínimo?
28	2+773,34m	168,033m	2,56%	2,67%	5,23%	Columpio	Parábola Simétrica	189,616m	36,24		18,00	3624,022m			60 km/h	Si
29	3+425,68m	185,453m	2,67%	0,98%	1,69%	Cresta	Parábola Simétrica	329,275m	195,00	11,00		19500,000m			60 km/h	Si
30	4+256,93m	193,613m	0,98%	-0,65%	1,64%	Cresta	Parábola Simétrica	318,858m	195,00	11,00		19500,000m			60 km/h	Si
31	4+739,56m	190,459m	0,65%	2,96%	3,61%	Columpio	Parábola Simétrica	117,387m	32,48		18,00	3247,474m			60 km/h	Si
32	5+110,00m	201,429m	2,96%	1,46%	1,50%	Cresta	Parábola Simétrica	291,834m	195,00	11,00		19500,000m			60 km/h	Si
33	5+900,00m	213,000m	1,46%	2,25%	0,78%	Columpio	Parábola Simétrica	17,665m	22,57		18,00	2257,431m			60 km/h	Si
34	6+345,00m	223,000m	2,25%	1,33%	0,92%	Cresta	Parábola Simétrica	178,731m	195,00	11,00		19500,000m			60 km/h	Si
35	6+897,17m	230,347m	1,33%													Si

Fuente: Propia con ayuda del programa Civil 3D

4.2.2. Determinación de la cantidad de carriles.

Para determinar la cantidad de carriles del "Corredor de Interconexión Vial Occidente" se estimó los niveles de servicio de la vía según (Transportation Research Board, 2000), para esto se utilizó la información de demanda de pasajeros del documento "NAIMCR Estudio de Emplazamiento y Plan Maestro", esto como base para la estimación de la cantidad y tipo de vehículos que transitarán en la hora de mayor demanda vehicular de este corredor vial.

Según ese estudio la hora pico del tráfico aéreo se ocurre entre las 3:00 pm y las 4:00 pm, la cual se ve reflejado en el tránsito vehicular entre dos a tres horas antes, debido a las disposiciones de la industria de la aviación, por ejemplo: trámite con la aerolínea, revisión de equipajes, trámite con migración, entre otros. Con respecto a los empleados, se identifica que entre las 1:00 pm y las 2:00 pm se da el cambio de turno laboral por lo que transitan el 96% de los empleados del aeropuerto, por lo que se puede concluir que la hora de mayor demanda vehicular (hora pico) ocurría entre la 1:00 pm y las 2:00 pm (Mott MacDonald, 2017).

4.2.2.1 Generación de viajes pasajeros.

Para la estimación de los viajes generados por los pasajeros por tipo vehículos, se utilizó relaciones de ocupación para cada tipo de transporte y distribución porcentual por modo de transporte, como se muestra a continuación:

Tabla 46: Porcentaje de Modalidad de transporte.

Carros Privados y Taxis	56%
Carros rentados	20%
Autobuses	24%

Fuente: (Mott MacDonald, 2017)

Se utiliza la siguiente relación de ocupación para cada modalidad de transporte, obtenida "NAIMCR Estudio de Emplazamiento y Plan Maestro. San José".

- Carros rentados, privados y taxis: 1.7 pasajeros/vehículo
- Autobuses: 40 pasajeros/vehículo
- Tren: 400 pasajeros/vehículo
- Porcentaje de estacionamiento: 40%

A partir del tipo de modalidad de transporte, los viajes pueden ser simples y dobles como se muestra a continuación:

Tabla 47: Tipos de viaje por tipo de vehículo

Tipo de vehículo	Tipo de viajes	Factor
Carros rentados	Simple	1
Carros Privados y Taxis	dobles	2
Autobuses	Simple	1

Fuente: (Mott MacDonald, 2017)

A partir de la información indicada anteriormente, en la Tabla 48 se muestra el resumen de la cantidad de viajes generados por los pasajeros del nuevo aeropuerto en la hora de mayor demanda vehicular.

Tabla 48: Cálculo de la Generación de viajes para los pasajeros Aeropuerto de Orotina

Año	Pasajeros Horas pico	Privados y Taxis	Rentados	Autobús	Total, Viajes
2015	1878	1237	221	11	1469
2016	2050	1351	241	12	1604
2017	2150	1416	253	13	1682
2018	2250	1482	265	14	1761
2019	2350	1548	276	14	1838
2020	2400	1581	282	14	1877
2021	2500	1647	294	15	1956
2022	2600	1713	306	16	2035
2023	2700	1779	318	16	2113
2024	2800	1845	329	17	2191
2025	2900	1911	341	17	2269
2026	3000	1976	353	18	2347
2027	3150	2075	371	19	2465
2028	3250	2141	382	20	2543
2029	3350	2207	394	20	2621
2030	3500	2306	412	21	2739
2031	3600	2372	424	22	2818
2032	3700	2438	435	22	2895
2033	3800	2504	447	23	2974
2034	3900	2569	459	23	3051
2035	4000	2635	471	24	3130
2036	4150	2734	488	25	3247
2037	4250	2800	500	26	3326
2038	4350	2866	512	26	3404
2039	4500	2965	529	27	3521
2040	4600	3031	541	28	3600
2041	4700	3096	553	28	3677
2042	4850	3195	571	29	3795
2043	5000	3294	588	30	3912
2044	5100	3360	600	31	3991
2045	5250	3459	618	32	4109
2046	5350	3525	629	32	4186
2047	5500	3624	647	33	4304

Fuente: (Mott MacDonald, 2017)

4.2.2.2 Cálculo de volumen vehicular generado por los pasajeros en el CIVO.

Para determinar el volumen vehicular para el "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO), se distribuyó la cantidad de viajes estimados anteriormente en los siguientes porcentajes:

- Porcentaje de pasajeros No costarricenses.
A partir de la información obtenida de la Dirección General de Migración y Extranjería, se obtiene que el porcentaje de extranjeros en promedio que visitan el país es de 70.28%, como se muestra en la Tabla 49.

Tabla 49: Cálculo del porcentaje de pasajeros extranjeros por año del Aeropuerto Internacional Juan Santa María

Año	Cantidad Total pasajeros (Ingresos)	Cantidad de pasajeros costarricenses (Ingresos)	Cantidad de pasajeros No costarricenses (Ingresos)	Porcentaje de pasajeros extranjeros
2018	2,589,424	828,735	1,760,689	68.0%
2017	2,492,486	830,587	1,661,899	66.7%
2016	2,259,494	719,014	1,540,480	68.2%
2015	2,035,851	605,294	1,430,557	70.3%
2014	1,858,349	517,901	1,340,448	72.1%
2013	1,770,413	487,531	1,282,882	72.5%
2012	1,699,371	481,505	1,217,866	71.7%
2011	1,644,832	445,821	1,199,011	72.9%

Fuente: propia con información de (Dirección General de Migración y Extranjería, 2019)

- Porcentaje Pasajeros No costarricenses con origen destino Zona Norte y Caribe.
A partir de información del Instituto Costarricense de Turismo (ICT), se determina el porcentaje de turistas que visitan las Llanuras del Norte y el Caribe.

Tabla 50: Cantidad porcentual de turistas que visitan las llanuras del Norte y el Caribe.

Año	Llanuras del Norte	Caribe
2018	31.7%	17.1%
2017	34.6%	20.0%
2016	34.2%	17.8%
2015	30.3%	16.2%
Promedio	32.70%	17.78%

Fuente: (Instituto Costarricense de Turismo, 2019)

A partir de lo anterior, se obtiene que en promedio el 50.48% de los pasajeros extranjeros visitan las Llanuras del Norte y el Caribe, por lo que se considera este valor la condición más crítica para el corredor CIVO, ya que es posible que puedan utilizar otras rutas distintas al CIVO dependiendo del orden de los destinos visitados por el turista.

- Porcentaje Pasajeros Nacionales con origen destino Zona Norte y Caribe.
De la Tabla 49 se obtiene que el 29.72% de los pasajeros del Aeropuerto son costarricenses. Además, para estimar la cantidad que transitarán por el corredor en estudio, se realiza la consideración que existe relación entre la capacidad de viajar vía aérea con la tenencia de acceso al internet de los costarricenses, para esto se utilizó información denominada "*Indicadores de tenencia de dispositivos de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), según provincia, cantón y distrito*" del año 2011 del INEC en donde

el porcentaje de tenencia a nivel nacional es de un 33.5% (ver Anexo 6), el cual es muy similar al porcentaje de pasajeros costarricenses.

Se selecciona los cantones de San Ramón, Grecia, San Mateo, Naranjo, Palmares, Poas, San Carlos, Zarcero, Valverde Vega, Upala, Los Chiles, Guatuso, Sarapiquí y Esparza como el origen de los pasajeros costarricenses que utilizaran el CIVO, considerando que son los cantones más cercanos a la ruta en estudio, es decir la zona norte del país, incluyendo el cantón de Sarapiquí. No se incluye los cantones de la provincia de Limón debido a que según estimación de la duración de viaje el corredor en estudio no sería la primera opción de uso por parte de esta población, como se muestra en la Tabla 51.

De los cálculos obtenidos, se tiene que el 9.85% de los costarricenses que viajan por el nuevo aeropuerto utilizarían el corredor vial en estudio como se muestra en el Anexo 5.

Tabla 51: Duración de tiempo de viaje con origen el Cantón del Limón y destino el Nuevo Aeropuerto de Orotina.

Trayectoria	Longitud (Km)	Duración (horas)	Velocidad de recorrido (Km/h)
Ruta 32-Ruta 4-Ruta 35-Ruta 141-Ruta 1-CIVO	337.88	5.43	62.2
Ruta 32-Ruta 4-Ruta 35-Ruta Nueva San Carlos-Ruta 703 -CIVO	280.98	4.18	67.2
Ruta 32-Ruta 108-Ruta 39 -Ruta 27	219.98	3.63	60.6

Fuente propia con información del SNIT y MOPT

A partir de la información de la Tabla 48 y los porcentajes anteriores se obtiene la cantidad de volumen vehicular generado por los pasajeros del nuevo aeropuerto para el "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO) en la hora de mayor demanda vehicular, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 52: Cantidad de volumen vehicular para el "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO) generado por los pasajeros del Aeropuerto de Orotina.

Año	Viajes pasajeros Internacionales			Viajes pasajeros nacionales			Total
	Privados y Taxis	Rentados	Autobús	Privados y Taxis	Rentados	Autobús	
2015	439	78	4.00	38	7	0.35	566.34
2016	479	86	4.36	41	7	0.38	617.74
2017	503	90	4.58	43	8	0.40	648.97
2018	526	94	4.79	45	8	0.41	678.20
2019	549	98	5.00	47	8	0.43	707.43
2020	561	100	5.11	48	9	0.44	723.55
2021	584	104	5.32	51	9	0.46	753.78
2022	608	109	5.53	53	9	0.48	785.01
2023	631	113	5.75	55	10	0.50	815.24
2024	654	117	5.96	57	10	0.52	844.48
2025	678	121	6.17	59	10	0.53	874.71
2026	701	125	6.39	61	11	0.55	904.94
2027	736	131	6.71	64	11	0.58	949.28
2028	760	136	6.92	66	12	0.60	981.52

Tabla 52: (continuación) Cantidad de volumen vehicular para el "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO) generado por los pasajeros del Aeropuerto de Orotina.

Año	Viajes pasajeros Internacionales			Viajes pasajeros nacionales			Total
	Privados y Taxis	Rentados	Autobús	Privados y Taxis	Rentados	Autobús	
2029	783	140	7.13	68	12	0.62	1010.75
2030	818	146	7.45	71	13	0.64	1056.09
2031	841	150	7.66	73	13	0.66	1085.33
2032	865	154	7.88	75	13	0.68	1115.56
2033	888	159	8.09	77	14	0.70	1146.79
2034	912	163	8.30	79	14	0.72	1177.02
2035	935	167	8.51	81	14	0.74	1206.25
2036	970	173	8.83	84	15	0.76	1251.60
2037	993	177	9.05	86	15	0.78	1280.83
2038	1017	182	9.26	88	16	0.80	1313.06
2039	1052	188	9.58	91	16	0.83	1357.41
2040	1075	192	9.79	93	17	0.85	1387.64
2041	1099	196	10.00	95	17	0.86	1417.87
2042	1134	202	10.32	98	18	0.89	1463.22
2043	1169	209	10.64	101	18	0.92	1508.56
2044	1192	213	10.86	103	18	0.94	1537.79
2045	1227	219	11.18	106	19	0.97	1583.14
2046	1250	223	11.39	108	19	0.98	1612.37
2047	1286	230	11.71	111	20	1.01	1659.72

Fuente: propia con información de (Mott MacDonald, 2017)

4.2.2.3 Generación de viajes empleado.

Para la estimación de los viajes generados por los empleados, se utilizó la información de la cantidad de empleados en hora pico del “*NAIMCR Estudio de Emplazamiento y Plan Maestro. San José*”, este estudio considera 8 empleados por cada 10,000 pasajeros anuales y en este se estima que el 14,4% de los empleados viajan en carro privado.

Tabla 53: Cálculo de la Generación de viajes empleados del Aeropuerto de Orotina

Año	Pasajeros anuales (millones)	Empleados	Empleados Veh. Privados	Empleados Veh. autobús	Total, Empleados	Privados	Autobús	Total, Viajes
2015	4.17	3,336	896	2440	3336	527	67	594
2016	4.66	3,728	1018	2710	3728	599	75	674
2017	4.89	3,912	1081	2831	3912	636	78	714
2018	5.14	4,112	1148	2965	4112	675	82	757
2019	5.39	4,312	1214	3098	4312	714	86	800
2020	5.64	4,512	1280	3232	4512	753	89	842
2021	5.90	4,720	1346	3374	4720	792	93	885
2022	6.16	4,928	1413	3515	4928	831	97	928
2023	6.43	5,144	1481	3663	5144	871	102	973
2024	6.71	5,368	1550	3818	5368	912	106	1018
2025	7.00	5,600	1622	3978	5600	954	111	1065
2026	7.30	5,840	1695	4145	5840	997	115	1112
2027	7.61	6,088	1770	4318	6088	1041	120	1161
2028	7.93	6,344	1846	4498	6344	1086	125	1211
2029	8.26	6,608	1924	4684	6608	1132	130	1262
2030	8.60	6,880	2006	4874	6880	1180	136	1316
2031	8.88	7,104	2074	5030	7104	1220	140	1360
2032	9.17	7,336	2144	5192	7336	1261	145	1406
2033	9.47	7,576	2213	5363	7576	1302	149	1451
2034	9.77	7,816	2287	5530	7816	1345	154	1499
2035	10.08	8,064	2360	5704	8064	1388	159	1547
2036	10.40	8,320	2434	5886	8320	1432	164	1596
2037	10.72	8,576	2509	6067	8576	1476	169	1645
2038	11.05	8,840	2587	6253	8840	1522	174	1696
2039	11.38	9,104	2666	6438	9104	1568	179	1747
2040	11.72	9,376	2746	6631	9376	1615	185	1800
2041	12.07	9,656	2827	6829	9656	1663	190	1853
2042	12.41	9,928	2909	7019	9928	1711	196	1907
2043	12.77	10,216	2992	7224	10216	1760	201	1961
2044	13.12	10,496	3075	7421	10496	1809	207	2016
2045	13.49	10,792	3160	7632	10792	1859	212	2071
2046	13.85	11,080	3247	7833	11080	1910	218	2128
2047	14.22	11,376	3334	8042	11376	1961	224	2185

Fuente: (Mott MacDonald, 2017)

4.2.2.4 Cálculo de volumen vehicular generado por los empleados en el CIVO.

Para estimar la cantidad de empleados del nuevo Aeropuerto Internacional Metropolitano que utilizarán el "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO) como ruta de acceso a su trabajo, se realizó una estimación a partir de estadística del Censo 2011 del Instituto Costarricense de Estadística y Censos (INEC). A partir de esta información se obtiene la cantidad de ciudadanos con nivel educativo universitaria, parauniversitaria, secundaria técnica y secundaria académica de los poblados vecinos al aeropuerto como principales oferedores de recurso humano profesional, técnico y no profesional para este Aeropuerto.

Para ello se identifica los principales poblados vecinos al Aeropuerto en un radio de 30 km como se muestra en la Ilustración 68, entre estos cantones tenemos:

- Atenas
- Esparza
- Garabito
- Montes de Oro
- Mora
- Naranjo
- Orotina
- Palmares
- Puntarenas
- Puriscal
- San Mateo
- San Ramón
- Turrubares

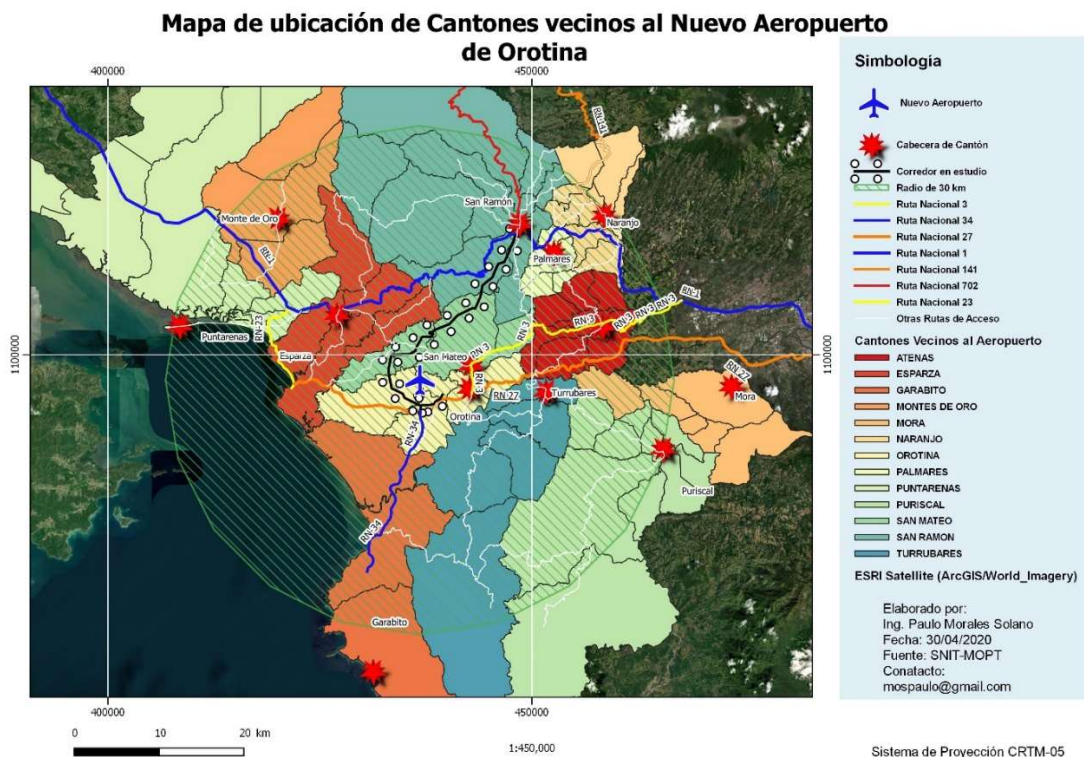


Ilustración 68: Poblados vecinos al Aeropuerto en un Radio de 30 km

Fuente: Propia con información de (Sistema Nacional de Información Territorial, 2019)

A partir de la información del INEC denominada “Población de 5 años y más por nivel de instrucción, según provincia, cantón y sexo” y de la ubicación de los cantones en un radio de 30 km, se realiza una estimación preliminar del lugar de origen de los posibles empleados del nuevo Aeropuerto Internacional, esto como punto de referencia para estimar la cantidad de personas que transitarán diariamente por el corredor en estudio (CIVO).

Tabla 54: Población con grado de instrucción de los cantones vecinos al nuevo Aeropuerto Internacional Metropolitano y posibles rutas nacionales que utilizarían.

Cantón	Posible Ruta Nacional por utilizar	Secundaria académica	Secundaria técnica	Parauniversitaria	Universitaria
Atenas	Ruta 3/Ruta 27	6,580	402	522	4,381
Esparza	CIVO	9,028	371	340	3,793
Garabito	Ruta 34	3,597	1,293	162	1,394
Montes de Oro	Ruta 27	3,652	215	184	1,523
Mora	Ruta 27	7,086	859	438	4,510
Naranjo	CIVO	12,048	295	635	4,972
Orotina	Ruta 27/CIVO	3,455	2,690	332	2,158
Palmares	CIVO	9,788	320	540	5,918
Puntarenas	Ruta 27	30,926	5,027	1,192	10,159
Puriscal	Ruta 27	7,823	1,865	429	4,627
San Mateo	CIVO/Ruta 27	1,035	733	68	608
San Ramón	CIVO	21,267	1,292	1,233	12,030
Turrubares	Ruta 27	826	492	36	403
Sumatoria		117,111	15,854	6,111	56,476

Fuente: propia con información de (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2011)

Tabla 55: Cantidad porcentual por grado de instrucción de la población de los cantones vecinos al Aeropuerto Internacional Metropolitano y posibles rutas nacionales que utilizarían

Cantón	Posible Ruta Nacional por utilizar	%Secundaria académica	%Secundaria técnica	%Parauniversitaria	%Universitaria
Atenas	Ruta 3/Ruta 27	3.4%	0.2%	0.3%	2.2%
Esparza	CIVO	4.6%	0.2%	0.2%	1.9%
Garabito	Ruta 34	1.8%	0.7%	0.1%	0.7%
Montes de Oro	Ruta 27	1.9%	0.1%	0.1%	0.8%
Mora	Ruta 27	3.6%	0.4%	0.2%	2.3%
Naranjo	CIVO	6.2%	0.2%	0.3%	2.5%
Orotina	Ruta 27/CIVO	1.8%	1.4%	0.2%	1.1%
Palmares	CIVO	5.0%	0.2%	0.3%	3.0%
Puntarenas	Ruta 27	15.8%	2.6%	0.6%	5.2%
Puriscal	Ruta 27	4.0%	1.0%	0.2%	2.4%
San Mateo	CIVO/Ruta 27	0.5%	0.4%	0.0%	0.3%
San Ramón	CIVO	10.9%	0.7%	0.6%	6.2%
Turrubares	Ruta 27	0.4%	0.3%	0.0%	0.2%

Fuente: propia con información de (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2011)

Tabla 56: Cantidad porcentual por grado de instrucción de la población de los cantones vecinos al Aeropuerto Internacional Metropolitano que utilizarían el CIVO

Cantón	Posible Ruta Nacional a Utilizar	%Secundaria académica	%Secundaria técnica	%Parauniversitaria	%Universitaria
Esparza	CIVO	4.6%	0.2%	0.2%	1.9%
Naranjo	CIVO	6.2%	0.2%	0.3%	2.5%
Orotina	Ruta 27/CIVO	1.8%	1.4%	0.2%	1.1%
Palmares	CIVO	5.0%	0.2%	0.3%	3.0%
San Mateo	CIVO/Ruta 27	0.5%	0.4%	0.0%	0.3%
San Ramón	CIVO	10.9%	0.7%	0.6%	6.2%
Sumatoria		27.8%	2.0%	1.5%	14.4%

Fuente: propia con información de (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2011)

$$\% \text{Empleados viajan por el CIVO} = 27.8\% + 2.0\% + 1.5\% + 14.4\% = 45.7\%$$

A partir de la información de la Tabla 56, se obtiene que el 45.7% de la oferta de recurso humano profesional, técnico y no profesional de los cantones vecinos viajarían por el CIVO para ir a laborar al nuevo Aeropuerto Internacional Metropolitano.

A partir de la información de la Tabla 53 y los porcentajes anteriores, se obtiene la cantidad de volumen vehicular generado por los empleados del nuevo aeropuerto para el "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO) en la hora de mayor demanda vehicular, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 57: Cantidad de volumen vehicular para el "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO) generado por los empleados del Aeropuerto de Orotina.

Año	Cantidad empleados		Total
	Veh. Privados	Autobús	
2015	240.84	27.88	268.72
2016	273.74	31.08	304.82
2017	290.65	32.45	323.10
2018	308.48	33.82	342.29
2019	326.30	35.19	361.49
2020	344.12	37.02	381.14
2021	361.94	38.39	400.33
2022	379.77	40.22	419.98
2023	398.05	42.04	440.09
2024	416.78	43.42	460.20
2025	435.98	45.24	481.22
2026	455.63	47.53	503.16
2027	475.74	49.36	525.09
2028	496.30	51.18	547.49
2029	517.32	53.47	570.79
2030	539.26	55.75	595.01

Tabla 57: (continua) Cantidad de volumen vehicular para el "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO) generado por los empleados del Aeropuerto de Orotina.

Año	Cantidad empleados		Total
	Veh. Privados	Autobús	
2031	557.54	57.58	615.12
2032	576.28	59.41	635.69
2033	595.01	61.24	656.25
2034	614.67	63.07	677.73
2035	634.32	65.35	699.67
2036	654.42	67.18	721.60
2037	674.53	69.46	744.00
2038	695.55	71.29	766.85
2039	716.58	73.58	790.15
2040	738.06	75.86	813.92
2041	759.99	78.15	838.14
2042	781.93	79.98	861.90
2043	804.32	82.72	887.04
2044	826.71	85.00	911.72
2045	849.56	87.29	936.85
2046	872.87	89.57	962.44
2047	896.18	91.86	988.03

Fuente: propia con información de (Mott MacDonald, 2017)

4.2.2.5 Viajes atraídos:

Para determinar los viajes atraídos por el CIVO se supone conservadoramente que este corresponde a un 20% de los viajes generados por el nuevo Aeropuerto Internacional Metropolitano. A continuación, se presenta la cantidad de viajes considerados en la hora de mayor demanda vehicular.

Tabla 58: Estimación de viajes Atraídos por el CIVO.

Año	Viajes Generados			Viajes Atraídos		
	Veh. Livianos	Autobús	Total	Veh. Livianos	Pesados	Total
2015	803	33	836	161	167	328
2016	887	36	923	177	185	362
2017	935	38	973	187	195	382
2018	982	40	1022	196	204	401
2019	1029	41	1070	206	214	420
2020	1063	43	1106	213	221	434
2021	1110	45	1155	222	231	453
2022	1159	47	1206	232	241	473
2023	1208	49	1257	242	251	493
2024	1255	50	1305	251	261	512
2025	1304	52	1356	261	271	532
2026	1354	55	1409	271	282	553

Tabla 58: (continuación) Estimación de viajes Atraídos por el CIVO.

Año	Viajes Generados			Viajes Atraídos		
	Veh. Livianos	Autobús	Total	Veh. Livianos	Pesados	Total
2027	1418	57	1475	284	295	579
2028	1471	59	1530	294	306	600
2029	1521	62	1583	304	317	621
2030	1588	64	1652	318	330	648
2031	1635	66	1701	327	340	667
2032	1684	68	1752	337	350	687
2033	1734	71	1805	347	361	708
2034	1783	73	1856	357	371	728
2035	1832	75	1907	366	381	748
2036	1897	77	1974	379	395	774
2037	1946	80	2026	389	405	794
2038	1999	82	2081	400	416	816
2039	2064	84	2148	413	430	842
2040	2116	87	2203	423	441	864
2041	2167	90	2257	433	451	885
2042	2234	92	2326	447	465	912
2043	2302	95	2397	460	479	940
2044	2353	97	2450	471	490	961
2045	2421	100	2521	484	504	988
2046	2473	102	2575	495	515	1010
2047	2544	105	2649	509	530	1039

Fuente: propia con información del (Mott MacDonald, 2017)

A manera de resumen, a continuación, se presenta las cantidades por tipo de vehículos que transitaría por el CIVO en la hora de mayor demanda vehicular por año.

Tabla 59: Resumen cantidad de vehículos que transitan por el CIVO en la hora de mayor demanda por día por año.

Año	Viajes Generados			Viajes Atraídos			Total, Viajes				Porcentaje de pesados	Porcentaje de Buses
	Veh. Livianos	Autobús	Total	Veh. Livianos	Pesados	Total	Veh. Livianos	Autobús	Pesados	Total		
2015	803	33	836	161	167	328	964	33	167	1164	14.37%	2.84%
2016	887	36	923	177	185	362	1064	36	185	1285	14.37%	2.80%
2017	935	38	973	187	195	382	1122	38	195	1355	14.37%	2.81%
2018	982	40	1022	196	204	401	1178	40	204	1423	14.37%	2.81%
2019	1029	41	1070	206	214	420	1235	41	214	1490	14.36%	2.75%
2020	1063	43	1106	213	221	434	1276	43	221	1540	14.37%	2.79%
2021	1110	45	1155	222	231	453	1332	45	231	1608	14.37%	2.80%
2022	1159	47	1206	232	241	473	1391	47	241	1679	14.37%	2.80%
2023	1208	49	1257	242	251	493	1450	49	251	1750	14.37%	2.80%
2024	1255	50	1305	251	261	512	1506	50	261	1817	14.36%	2.75%
2025	1304	52	1356	261	271	532	1565	52	271	1888	14.36%	2.75%
2026	1354	55	1409	271	282	553	1625	55	282	1962	14.37%	2.80%
2027	1418	57	1475	284	295	579	1702	57	295	2054	14.37%	2.78%
2028	1471	59	1530	294	306	600	1765	59	306	2130	14.36%	2.77%
2029	1521	62	1583	304	317	621	1825	62	317	2204	14.37%	2.81%
2030	1588	64	1652	318	330	648	1906	64	330	2300	14.37%	2.78%
2031	1635	66	1701	327	340	667	1962	66	340	2368	14.37%	2.79%
2032	1684	68	1752	337	350	687	2021	68	350	2439	14.37%	2.79%
2033	1734	71	1805	347	361	708	2081	71	361	2513	14.37%	2.83%
2034	1783	73	1856	357	371	728	2140	73	371	2584	14.37%	2.83%
2035	1832	75	1907	366	381	748	2198	75	381	2655	14.37%	2.83%
2036	1897	77	1974	379	395	774	2276	77	395	2748	14.37%	2.80%
2037	1946	80	2026	389	405	794	2335	80	405	2820	14.37%	2.84%
2038	1999	82	2081	400	416	816	2399	82	416	2897	14.37%	2.83%
2039	2064	84	2148	413	430	842	2477	84	430	2990	14.37%	2.81%
2040	2116	87	2203	423	441	864	2539	87	441	3067	14.37%	2.84%
2041	2167	90	2257	433	451	885	2600	90	451	3142	14.37%	2.86%
2042	2234	92	2326	447	465	912	2681	92	465	3238	14.37%	2.84%
2043	2302	95	2397	460	479	940	2762	95	479	3337	14.37%	2.85%

Tabla 59: (continuación) Resumen cantidad de vehículos que transitan por el CIVO en la hora de mayor demanda por día por año.

Año	Viajes Generados			Viajes Atraídos			Total, Viajes				Porcentaje de pesados	Porcentaje de Buses
	Veh. Livianos	Autobús	Total	Veh. Livianos	Pesados	Total	Veh. Livianos	Autobús	Pesados	Total		
2044	2353	97	2450	471	490	961	2824	97	490	3411	14.37%	2.84%
2045	2421	100	2521	484	504	988	2905	100	504	3509	14.37%	2.85%
2046	2473	102	2575	495	515	1010	2968	102	515	3585	14.37%	2.85%
2047	2544	105	2649	509	530	1039	3053	105	530	3688	14.37%	2.85%

Fuente: propia con información del (Mott MacDonald, 2017)

4.2.2.6 Estimación de los niveles de servicio

Para estimar la cantidad de carriles se estableció que "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO) debe operar con un nivel de servicio mínimo de C durante los primeros 20 años de operación, lo anterior en concordancia con lo dispuesto en la normativa del Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras de la SIECA, como se muestra a continuación.

Tabla 60: Nivel de servicio mínimo en carreteras

Tipo de carretera	Tipo de Área y Nivel de Servicio Apropriado			
	Rural Plano	Rural Ondulado	Rural Montañoso	Urbano y Suburbano
Autopista	B	B	C	C
Arterial	B	B	C	C
Colectora	C	C	D	D
Locales	D	D	D	D

Fuente: AASHTO, A Policy on Geometric Design of Rural Highways and Streets, 2004, p. 85

Fuente: (SIECA, 2011)

Para determinar los Niveles de Servicios, se considera que el CIVO operará con un flujo de circulación continuo, debido a que el acceso y salida de los vehículos se realizarán por medio de intercambios y mediante la implementación de carriles de aceleración y desaceleración, es decir sin presencia de semáforos o señales de alto que produzcan interrupciones en el corredor vial. Además, se considera que esta carretera será categorizada como una Carretera de Acceso Restringido, la cual estará regulada por el “Reglamento de Carreteras de Acceso Restringidos, Decreto N° 31892 MOPT”, con el fin de mantener regulada el acceso a este corredor vial.

Para determinar la cantidad de carriles inicialmente se escogió dos tramos del CIVO con diferentes características topográficas (montañoso y plano), con el objetivo de estimar su capacidad en sus condiciones extremas. Inicialmente se asume dos carriles vehiculares por sentido con sus respectivas bahías de buses. Para su determinación, se aplica la metodología denominada “Carreteras Multicarril” del Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2000.

En el Anexo 7 y Anexo 8 se presenta la memoria de cálculo de los resultados obtenidos. A continuación, se presenta las características de los tramos de estudio y los niveles de servicios obtenido para el año 2020 y el año 2040 respectivamente.

Tabla 61: Característica de los tramos estudiados.

Nombre del Tramo	Estación de Inicio	Estación de Final	Longitud del tramo (m)	Pendiente	Cantidad de carriles por sentido	Ancho carril (m)	Velocidad de Flujo libre base
1	24+305.48	25+981.43	1,675.95	9.55%	2	3.60	80 km/h
2	3+287.58	4+458.46	1,170.88	3.87%	2	3.60	80 km/h

Fuente: propia

Tabla 62: Niveles de Servicio obtenidos para 2 carriles por sentido para el año 0 de operación (año 2020).

Nombre del Tramo	Velocidad de flujo Estimada	Volumen hora pico (veh/hora)	Volumen por sentido (veh/h/sentido)	Vp	D	Vp/C	Nivel de Servicio	¿Cumple con el Nivel de servicio mínimo?
1	79 km/h	1,540	924	853.6	10.80	0.43	B	Sí
2	79 km/h	1,540	924	590.1	7.77	0.30	B	Sí

Fuente: propia

Volumen hora pico: Volumen en la hora de mayor demanda vehicular

Volumen por sentido: 60% del volumen hora pico

Vp: tasa de flujo equivalente en 15 minutos (veh livianos /h/carril)

D: Densidad (vehículos livianos /km/carril)

Vp/C: relación volumen capacidad

C: Capacidad para un nivel servicio E (2000 vehículos livianos /h/carril)

Tabla 63: Niveles de Servicio obtenidos para 2 carriles por sentido para el año 20 de operación (año 2040).

Nombre del Tramo	Velocidad de flujo Estimada	Volumen hora pico (veh/hora)	Volumen por sentido (veh/h/sentido)	Vp	D	Vp/C	Nivel de Servicio	¿Cumple con el Nivel de servicio mínimo?
1	79 km/h	3,067	1,840	1,700.0	21.52	0.53	E	No
2	79 km/h	3,067	1,840	1,175.3	14.88	0.59	C	Sí

Fuente: propia

Volumen hora pico: Volumen en la hora de mayor demanda vehicular

Volumen por sentido: 60% del volumen hora pico

Vp: tasa de flujo equivalente en 15 minutos (veh livianos /h/carril)

D: Densidad (veh livianos /km/carril)

Como se muestra anteriormente, en las zonas con pendiente mayores a 3% durante más de 1200 metros, el nivel de servicio obtenido en el año 2040 es entre D y E, por lo que se concluye que el CIVO requiere un tercer carril para lograr obtener un nivel de servicio mínimo de C en el año 20 del proyecto, como se muestra a continuación.

Tabla 64: Niveles de Servicio obtenidos para el año 20 de operación (año 2040), considerando 3 carriles por sentido.

Nombre del Tramo	Velocidad de flujo Estimada	Vp	D	Vp/C	Nivel de Servicio	¿Cumple con el Nivel de servicio mínimo?
1	79 km/h	1,133.3	14.35	0.57	C	Sí
2	79 km/h	783.5	9.92	0.39	B	Sí

Fuente: propia

Vp: tasa de flujo equivalente en 15 minutos (veh livianos /h/carril)

D: Densidad (veh livianos /km/carril)

V/C: relación volumen capacidad

C: Capacidad para un nivel servicio E (2000 veh livianos /h/carril)

Por otra parte, para tener una movilidad urbana eficiente, rápida y con redundancia en el CIVO, se analiza a continuación la propuesta de implementación de un sistema de Autobuses de Tránsito Rápido (BRT), el cual se requiere para integrar los sistemas de transporte público, aéreo y modos de transporte no motorizado. Se escoge el sistema BRT debido a que han demostrado ser uno de los mecanismos costo-beneficio favorable para que las ciudades desarrollen rápidamente un sistema de transporte público que puedan completar una red y ofrecer un servicio rápido y de alta calidad (Wright & Hook, 2010).

Para realizar este análisis se partió de la información de la Tabla 59, considerando las siguientes premisas:

- Escenario 1: El 10% de las personas que se traslada en vehículo liviano se trasladan ahora en BRT.
- Escenario 2: El 20% de las personas que se traslada en vehículo liviano se trasladan ahora en BRT.
- Escenario 3: El 30% de las personas que se traslada en vehículo liviano se trasladan ahora en BRT.
- Para todos los escenarios anteriores: Las personas que viajan en transporte público de Autobús utilizarán el transporte público (BRT).
- Para todos los escenarios anteriores: La capacidad máxima de los vehículos articulados es de 140 pasajeros, el cual se le aplica un factor de carga en periodo punta es de 80%.
- La cantidad de vehículos pesados se mantienen según las consideraciones iniciales.
- El BRT funcionará con carriles segregados del resto de carriles de vehículos mixtos.



Ilustración 69: Carril segregado para BRT con estación central, Corredor Ecovía en Quito Ecuador

Fuente: (Wright & Hook, 2010).

En la Tabla 65 se presenta, en resumen, la cantidad de viajes de los diferentes vehículos en la hora de mayor demanda vehicular (periodo punta) para cada escenario de implementación del BRT.

Tabla 65: Cuadro resumen de la cantidad de viajes en la hora de mayor demanda en el CIVO, con implementación de Autobuses de Tránsito Rápido (BRT)

Año	Total Viajes (Sin BRT)				Total Viajes (Escenario 1 con BRT)				Total Viajes (Escenario 2 con BRT)				Total Viajes (Escenario 3 con BRT)			
	Veh. Livianos	Autobús Convencional	Pesados	Total, Vehículos	Veh. Livianos	Autobús (BRT)	Pesados	Total, Vehículos distintos al BRT	Veh. Livianos	Autobús (BRT)	Pesados	Total, Vehículos distintos al BRT	Veh. Livianos	Autobús (BRT)	Pesados	Total, Vehículos distintos al BRT
2015	964	33	168	1164	868	13.00	168	1036	772	14.00	168	940	674	17.00	168	842
2016	1064	36	185	1285	959	15.00	185	1144	852	17.00	185	1037	745	18.00	185	930
2017	1122	38	195	1355	1010	15.00	195	1205	898	18.00	195	1093	786	19.00	195	981
2018	1178	40	205	1423	1061	16.00	205	1266	943	18.00	205	1148	826	20.00	205	1031
2019	1235	41	214	1490	1111	17.00	214	1325	988	19.00	214	1202	864	21.00	214	1078
2020	1276	43	222	1540	1147	17.00	222	1369	1020	20.00	222	1242	893	22.00	222	1115
2021	1332	45	231	1608	1199	18.00	231	1430	1066	21.00	231	1297	932	22.00	231	1163
2022	1391	47	242	1679	1252	19.00	242	1494	1114	22.00	242	1356	974	23.00	242	1216
2023	1450	49	252	1750	1304	20.00	252	1556	1159	22.00	252	1411	1014	24.00	252	1266
2024	1506	50	261	1817	1356	20.00	261	1617	1205	23.00	261	1466	1055	25.00	261	1316
2025	1565	52	272	1888	1409	21.00	272	1681	1253	24.00	272	1525	1096	26.00	272	1368
2026	1625	55	282	1962	1463	22.00	282	1745	1300	25.00	282	1582	1138	27.00	282	1420
2027	1702	57	295	2054	1531	23.00	295	1826	1362	26.00	295	1657	1192	28.00	295	1487
2028	1765	59	306	2130	1589	24.00	306	1895	1412	27.00	306	1718	1236	29.00	306	1542
2029	1825	62	317	2204	1643	25.00	317	1960	1460	28.00	317	1777	1278	30.00	317	1595
2030	1906	64	331	2300	1715	26.00	331	2046	1524	29.00	331	1855	1334	32.00	331	1665
2031	1962	66	341	2368	1766	26.00	341	2107	1570	30.00	341	1911	1374	32.00	341	1715
2032	2021	68	351	2439	1818	28.00	351	2169	1616	31.00	351	1967	1415	34.00	351	1766
2033	2081	71	361	2513	1872	29.00	361	2233	1664	32.00	361	2025	1457	35.00	361	1818
2034	2140	73	372	2584	1926	30.00	372	2298	1712	33.00	372	2084	1498	36.00	372	1870
2035	2198	75	382	2655	1979	31.00	382	2361	1759	34.00	382	2141	1538	37.00	382	1920
2036	2276	77	395	2748	2048	32.00	395	2443	1822	35.00	395	2217	1594	39.00	395	1989
2037	2335	80	406	2820	2101	33.00	406	2507	1868	36.00	406	2274	1634	40.00	406	2040
2038	2399	82	417	2897	2159	34.00	417	2576	1919	37.00	417	2336	1679	41.00	417	2096
2039	2477	84	430	2990	2230	35.00	430	2660	1981	38.00	430	2411	1734	42.00	430	2164
2040	2539	87	441	3067	2285	36.00	441	2726	2032	39.00	441	2473	1777	43.00	441	2218
2041	2600	90	452	3142	2341	37.00	452	2793	2081	40.00	452	2533	1820	44.00	452	2272
2042	2681	92	466	3238	2413	38.00	466	2879	2146	41.00	466	2612	1877	45.00	466	2343
2043	2762	95	480	3337	2486	39.00	480	2966	2210	42.00	480	2690	1933	47.00	480	2413
2044	2824	97	490	3411	2542	40.00	490	3032	2260	43.00	490	2750	1976	48.00	490	2466
2045	2905	100	505	3509	2615	41.00	505	3120	2324	44.00	505	2829	2034	49.00	505	2539
2046	2968	102	515	3585	2671	42.00	515	3186	2375	45.00	515	2890	2078	50.00	515	2593
2047	3053	105	530	3688	2747	43.00	530	3277	2442	48.00	530	2972	2137	51.00	530	2667

Fuente: propia con información del (Mott MacDonald, 2017)

A partir de la información anterior, se estima los niveles de servicios para los carriles de vehículos mixtos (vehículos livianos y pesados) utilizando la metodología denominada “Carreteras Multicarril” del Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2000, para cada escenario de implementación del BRT (ver Anexo 9, Anexo 10 y Anexo 11). En la Tabla 66 se presenta un cuadro resumen con los resultados obtenidos para cada escenario en estudio.

Tabla 66: Cuadro comparativo de los Niveles de Servicio obtenidos para el año 20 de operación y año 27 considerando la propuesta de 3 carriles por sentido y cada uno de los escenarios de implementación del BRT

Propuesta	Año 20			Año 27		
	D	Vp/C	Nivel de servicio	D	Vp/C	Nivel de servicio
Propuesta Base (3 Carriles por sentido sin BRT)	14.36	0.57	C	17.26	0.68	D
Escenario 1 (2 carriles más un carril BRT por sentido con 10% pasajeros nuevos)	18.09	0.71	D	21.74	0.86	D
Escenario 2 (2 carriles más un carril BRT por sentido con 20% pasajeros nuevos)	16.41	0.65	D	19.72	0.78	D
Escenario 3 (2 carriles más un carril BRT por sentido con 30% pasajeros nuevos)	14.72	0.58	C	17.70	0.70	D

Fuente: propia

Vp: tasa de flujo equivalente en 15 minutos (veh livianos /h/carril)

D: Densidad (veh livianos /km/carril)

V/C: relación volumen capacidad

C: Capacidad para un nivel servicio E (2000 veh livianos /h/carril)

A partir de los resultados de tabla anterior, se observa lo siguiente:

- En el año 20 de la “Propuesta Base” el nivel de servicio del CIVO cae en el mínimo aceptable (nivel C), mientras que en año 27 se alcanza un nivel de servicio D, el cual motivaría la construcción de un cuarto carril por sentido para atender la demanda vehicular esperada.
- En el año 20 de los Escenarios 1 y 2 el nivel de servicio de los carriles de vehículos mixtos del CIVO cae por debajo del mínimo aceptable, el cual desincentivaría posiblemente el uso de vehículos livianos u otros medios de transportes, ganando usuarios el sistema BRT.
- En el año 20 del Escenarios 3, el aumento de los pasajeros nuevos en el BRT ocasiona que se logre el nivel de servicio mínimo aceptable (nivel C) en los carriles de vehículos mixtos. Por lo que se observa que el sistema BRT no solo beneficia a sus usuarios, sino que hipotéticamente mejoraría los niveles de servicio de los demás modos de transporte, partiendo del hecho que al haber mayor congestión se vuelve más atractivo el uso del BRT.
- En el año 27 en los escenarios 1, 2 y 3, se logra un nivel de servicio D con densidades entre 17.70-21.74 vehículos livianos/km/carril en los carriles de vehículos mixtos. Este nivel de congestión probablemente aumentaría la demanda en el uso del BRT como medio de transporte.

4.2.3. Análisis hidrológico y diseño hidráulico.

Se realiza el análisis hidrológico de las cuencas de los Ríos Machuca, Quebrada Grande y Río Grande sobre los puntos de aforo por donde se trazó el corredor vial en estudio, los cuales según el análisis de amenazas naturales realizado en el apartado 4.1.2 existe vulnerabilidad de inundación, lo anterior con el fin de diseñar las elevaciones del corredor vial, de los puentes y alcantarillas.

A continuación, se presenta el análisis hidrológico de las cuencas en estudio utilizando el Método del Servicio de Conservación de suelos de Estados Unidos (SCS) y el diseño hidráulico utilizando el programa Hec-Ras. Para realizar esto se decide utilizar un periodo de retorno de 100 años, en razón que se considera que el Corredor de Interconexión Vial Occidente es una ruta de segundo orden (SIECA, 2016).

4.2.3.1. Puente sobre el Río Machuca, Estación 6+764.48.

El Río Machuca drena una porción de escorrentía superficial de la cuenca Jesús María, la cual se ubica en la Vertiente Pacífica, esta tiene un área de 375.50 Km² lo que representa 0.73% de la superficie nacional, con elevaciones entre los 0 a 1420.50 m.s.n.m. La precipitación media anual va desde 1500 a los 4000 mm, los meses de setiembre y octubre suelen ser los más lluviosos, aportando aproximadamente un 15% y 20% de la precipitación promedio anual (Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones , 2011)

Entre las características de la Subcuenca tenemos:

Tabla 67: Características de Subcuenca sobre el Río Machuca.

Atributo	Medidas	Unidades
Área de la Cuenca	136,293,950	m2
Perímetro	62,834	m
Altura máxima	1,420	m
Altura Mínima	40	m
Diferencia de Altura	1,380	m
Longitud de Cauce (total)	29,311	m
Longitud de Cauce (línea recta)	18,478	m
Pendiente a lo largo del Cauce	4.71	%
Pendiente Línea Recta	7.47	%

Aplicación del Método del Servicio de Conservación de suelos de Estados Unidos (SCS):

Para determinar las áreas impermeables de la cuenca, se crearon capas poligonales con el programa QGIS 3.0. esto con el fin de subdividir la Subcuenca en los usos de suelos urbano, industrial, pastizal y bosques.

Mapa de uso de suelo Subcuenca Río Machuca

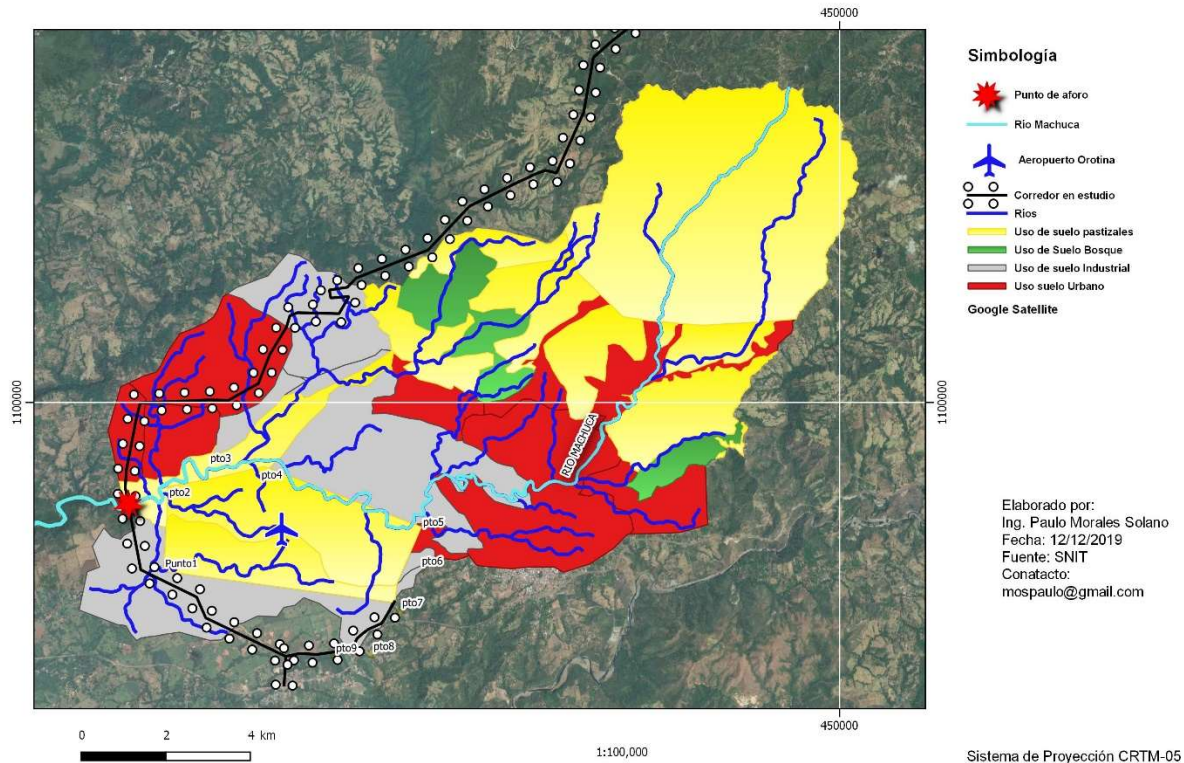


Ilustración 70: Mapa de uso de suelo Subcuenca Río Machuca

Fuente: Propia con información del (Sistema Nacional de Información Territorial, 2019)

Tabla 68: Áreas y Porcentaje de Impermeabilidad de la Subcuenca.

Uso de Suelo	AREA (m2)	% Área Impermeable	% Área Permeable	Área *%Impermeable	Área *%Permeable
Urbano	32,724,872	95%	5%	31,088,629	1,636,244
Industrial	28,589,592	90%	10%	25,730,633	2,858,959
Pastizal	68,256,172	35%	65%	23,889,660	44,366,512
Bosque	6,723,314	10%	90%	672,331	6,050,983
	136,293,950			81,381,253	54,912,697

$$\%Impermeabilidad = \frac{81,381,253}{136,293,950} = 59.71\%$$

A partir de la información anterior se obtiene que la Subcuenca del Río Machuca tiene una impermeabilidad de un 59.71%.

Para determinar el número de curva se requiere saber el tipo de suelo en la subcuenca, debido a que no se cuenta con información de este tipo, se considera conservadoramente que el tipo de suelo es “C”, el cual corresponde a suelos de altos contenido de arcillas. Para este tipo de suelo se escoge lo siguientes números de curva para cada tipo de uso de la tierra definidos con anterioridad a partir de la tabla del Anexo 1.

Tabla 69: Cálculo de número de curva para condición II (AMC II): condición promedio o condiciones normal.

Número de curva para Condición II (AMC II): condición promedio o condiciones normal (CN-II)			
Uso de Suelo	Área	CN [-]	Área *CN
Urbano	32,724,872	90	2,945,238,490
Industrial	28,589,592	91	2,601,652,917
Pastizal	68,256,172	86	5,870,030,758
Bosque	6,723,314	77	517,695,175
	136,293,950		11,934,617,340

$$CN(II)_{ponderado} = \frac{11,934,617,340}{136,293,950} = 87.57$$

De la información anterior, se tiene un número de curva promedio de 87.57 el cual es para una condición de humedad normal. Debido a que se requiere calcular el caudal para condiciones críticas es decir cuando los suelos están saturados el número de curva CN (II) se corrige con la siguiente ecuación:

$$CN(III) = \frac{23 CN(II)}{10 + 0.13 CN(II)}$$

Tabla 70: Calculo de número de curva corregido Condición III (AMC III): en los últimos cinco días se ha presentado precipitación intensa, suelos saturados.

Uso	Área	CN [-]	Área *CN
Urbano	32,724,872	95.39	3,121,681,349
Industrial	28,589,592	95.88	2,741,091,026
Pastizal	68,256,172	93.39	6,374,443,221
Bosque	6,723,314	88.51	595,051,926
	136,293,950		12,832,267,521

$$CN(III)_{ponderado} = \frac{12,832,267,521}{136,293,950} = 94.15$$

Tiempo de Concentración.

Se estima el tiempo de concentración empleado la fórmula de Kirpich- Ramser a partir de la información Tabla 67.

$$t_c = 0.01947 L^{0.77} S^{-0.385}$$

$$t_c = 0.01947 * 29,311^{0.77} * 0.047^{-0.385} = 173.75 \text{ minutos}$$

Tiempo de retardo.

Se estima el tiempo de retardo mediante la siguiente aproximación.

$$t_{lag} = 0.60 t_c$$

$$t_{lag} = 0.60 * 173.75 = 104.25 \text{ minutos}$$

Abstracciones Iniciales.

Se calcula la abstracción inicial (I_a), mediante la siguiente ecuación:

$$I_a = 0.2 \left(\frac{25400}{CN} - 254 \right)$$
$$I_a = 0.2 \left(\frac{25400}{94.15} - 254 \right) = 3.16 \text{ mm}$$

Hietograma de Diseño, Método de bloques alternos.

Se calcula la tormenta de diseño con el método de bloque alternos para un periodo de retorno de 100 años, para lo anterior se calcula la duración máxima de cada intervalo con la siguiente ecuación.

$$\Delta t < 0.29 t_{lag}$$

$$\Delta t < 0.29 * 104.25 = 30.23 \text{ min}$$

Por facilidad se considera un intervalo de tiempo de 10 minutos, el cual es menor al intervalo máximo, además se considera una duración de la tormenta de 170 minutos el cual es muy similar al periodo de retorno, esto con el fin de construir el hietograma de las tormentas.

A partir del documento “Curvas de Intensidad Duración Frecuencia de algunas estaciones meteorológicas automáticas” del Instituto Meteorológico Nacional del año 2011, se obtuvo que la estación meteorológica más cercana a la zona en estudio es la número 84-145, ubicada en la Escuela Centroamericana de Ganadería, a 15 km de la subcuenca en estudio, como se muestra en la Ilustración 71.

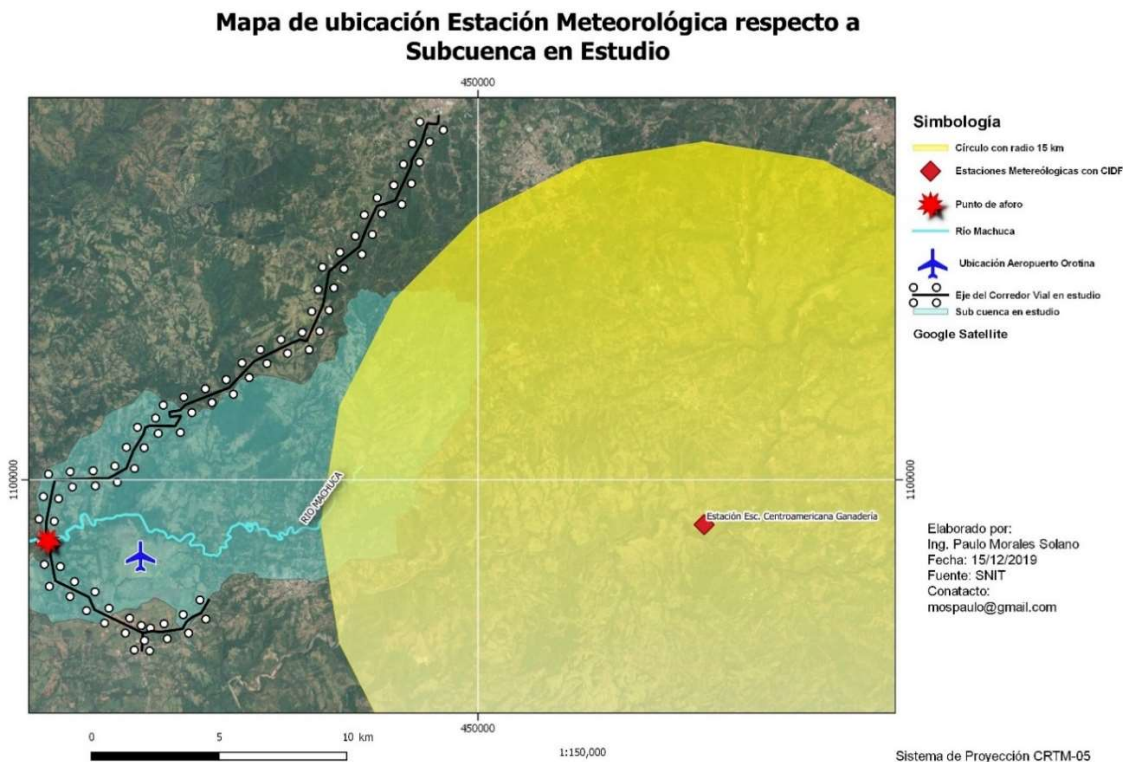


Ilustración 71: Mapa de ubicación de estación meteorológica respecto a la Subcuenca en Estudio.

Fuente: Propia con información del (Sistema Nacional de Información Territorial, 2019) y (Rojas Morales, 2011).

Partiendo de las curvas Intensidad duración frecuencia (IDF) para la estación meteorológica 84-145 ubicada en la Escuela Centroamericana de Ganadería (Rojas Morales, 2011), se calcula la intensidad para cada tiempo intervalo de tiempo mediante la siguiente expresión.

$$I = \frac{170.69 T^{0.107}}{D^{0.239}}$$

Tabla 71: Cálculo de intensidad y precipitación para construcción de hietograma de bloques alternos.

Barra Gráfico	Tiempo (minutos)	Intensidad bloque bk (mm/h)	Precipitación (mm)
1	10	62.75	10.46
2	20	64.72	10.79
3	30	67.06	11.18
4	40	69.92	11.65
5	50	73.54	12.26
6	60	78.42	13.07
7	70	85.65	14.28
8	80	98.71	16.45
9	90	161.14	26.86
10	100	111.94	18.66
11	110	90.99	15.17
12	120	81.63	13.60
13	130	75.78	12.63
14	140	71.61	11.94
15	150	68.41	11.40
16	160	65.84	10.97
17	170	63.70	10.62

Fuente: Propia

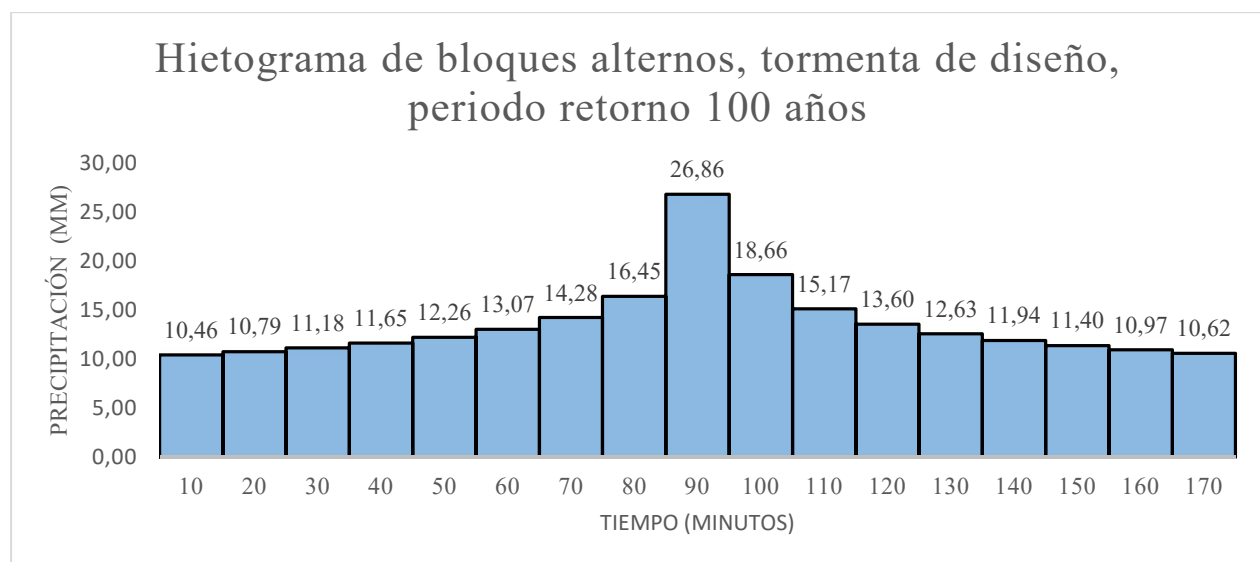


Ilustración 72: Hietograma de Bloques alteño para la cuenca sobre el Río Machuca.

Fuente: Propia

Determinación de caudales con el programa HEC-HMS

Para determinar el caudal de la tormenta de diseño, se utilizó el programa HEC-HMS con el fin de obtener el hidrograma, el cual corresponde a la representación gráfica de las variaciones de caudal con respecto al tiempo en el punto de aforo. A continuación, se presenta imágenes del proceso de modelación hidrológica.

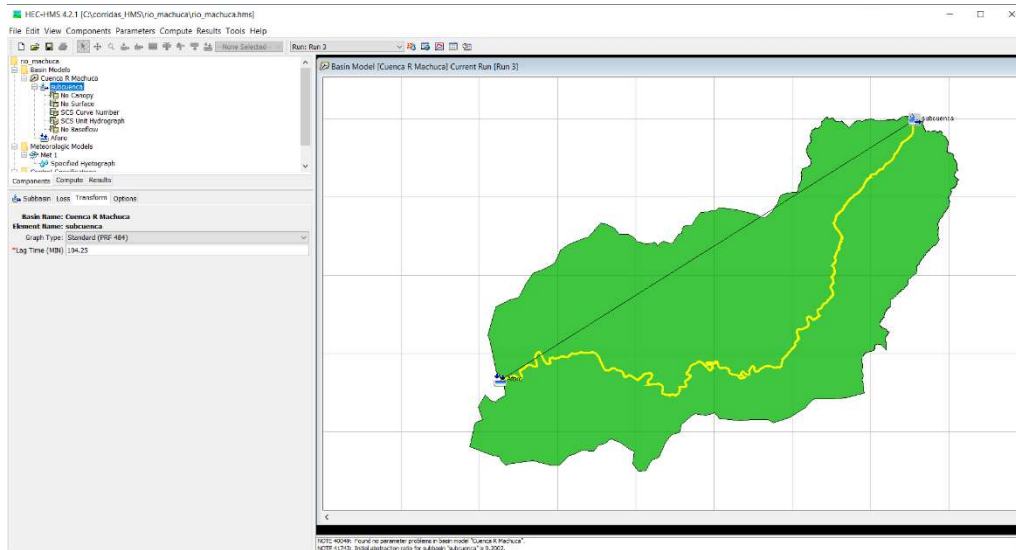


Ilustración 73: Modelo hidrológico de la Subcuenca en estudio.

Fuente: Propia con ayuda del programa HEC-HMS

Global Summary Results for Run "Run 3"

Project: rio_machuca Simulation Run: Run 3

Start of Run: 01ene2000, 00:00 Basin Model: Cuenca R Machuca
End of Run: 02ene2000, 00:00 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 15dic2019, 16:38:17 Control Specifications: Control 1

Show Elements: All Elements Volume Units: ☒ MM ☐ 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
subcuenca	136.290	2669.5	01ene2000, 03:20	224.77
Aforo	136.290	2669.5	01ene2000, 03:20	224.77

Ilustración 74: Imagen con los resultados obtenidos del caudal pico de descarga.

Fuente: Propia con ayuda del programa HEC-HMS

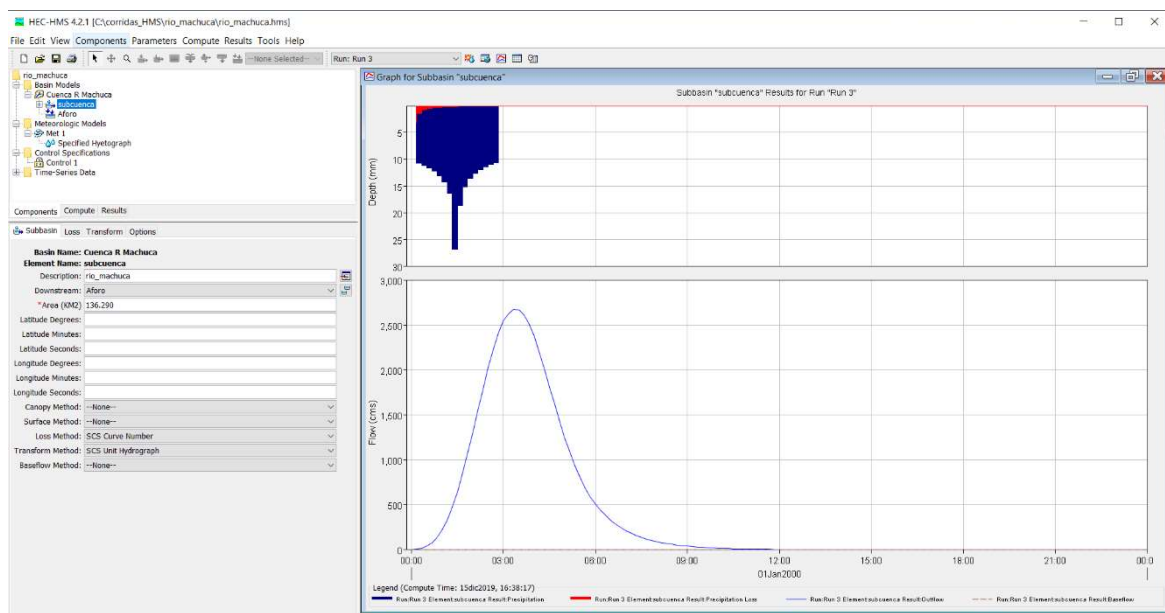


Ilustración 75: Hidrograma para una tormenta de 170 minutos.

Fuente: Propia con ayuda del programa HEC-HMS

Time-Series Results for Subbasin "subcuencia"

Project: rio_machuca Simulation Run: Run 3
Subbasin: subcuencia

Start of Run: 01ene2000, 00:00 Basin Model: Cuenca R. Machuca
End of Run: 02ene2000, 00:00 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 15dic2019, 16:45:42 Control Specifications: Control 1

Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
01ene2000	00:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
01ene2000	00:10	10.46	3.28	7.18	2.9	0.0	2.9
01ene2000	00:20	10.79	1.38	9.41	13.5	0.0	13.5
01ene2000	00:30	11.18	0.74	10.44	35.3	0.0	35.3
01ene2000	00:40	11.65	0.46	11.19	72.4	0.0	72.4
01ene2000	00:50	12.26	0.31	11.95	130.0	0.0	130.0
01ene2000	01:00	13.07	0.23	12.84	214.3	0.0	214.3
01ene2000	01:10	14.28	0.18	14.10	328.7	0.0	328.7
01ene2000	01:20	16.45	0.15	16.30	472.1	0.0	472.1
01ene2000	01:30	26.86	0.17	26.69	645.2	0.0	645.2
01ene2000	01:40	18.66	0.08	18.58	845.4	0.0	845.4
01ene2000	01:50	15.17	0.06	15.11	1064.8	0.0	1064.8
01ene2000	02:00	13.60	0.04	13.56	1299.1	0.0	1299.1
01ene2000	02:10	12.63	0.03	12.60	1542.1	0.0	1542.1
01ene2000	02:20	11.94	0.03	11.91	1787.9	0.0	1787.9
01ene2000	02:30	11.40	0.02	11.38	2024.0	0.0	2024.0
01ene2000	02:40	10.97	0.02	10.95	2235.2	0.0	2235.2
01ene2000	02:50	10.62	0.02	10.60	2411.2	0.0	2411.2
01ene2000	03:00	0.00	0.00	0.00	2543.3	0.0	2543.3
01ene2000	03:10	0.00	0.00	0.00	2628.2	0.0	2628.2
01ene2000	03:20	0.00	0.00	0.00	2669.5	0.0	2669.5
01ene2000	03:30	0.00	0.00	0.00	2662.9	0.0	2662.9
01ene2000	03:40	0.00	0.00	0.00	2611.3	0.0	2611.3
01ene2000	03:50	0.00	0.00	0.00	2514.6	0.0	2514.6
01ene2000	04:00	0.00	0.00	0.00	2375.1	0.0	2375.1
01ene2000	04:10	0.00	0.00	0.00	2201.2	0.0	2201.2
01ene2000	04:20	0.00	0.00	0.00	2006.7	0.0	2006.7
01ene2000	04:30	0.00	0.00	0.00	1807.1	0.0	1807.1
01ene2000	04:40	0.00	0.00	0.00	1610.9	0.0	1610.9
01ene2000	04:50	0.00	0.00	0.00	1419.9	0.0	1419.9
01ene2000	05:00	0.00	0.00	0.00	1241.4	0.0	1241.4
01ene2000	05:10	0.00	0.00	0.00	1077.1	0.0	1077.1
01ene2000	05:20	0.00	0.00	0.00	927.4	0.0	927.4
01ene2000	05:30	0.00	0.00	0.00	793.6	0.0	793.6
01ene2000	05:40	0.00	0.00	0.00	679.1	0.0	679.1
01ene2000	05:50	0.00	0.00	0.00	583.9	0.0	583.9
01ene2000	06:00	0.00	0.00	0.00	503.4	0.0	503.4
01ene2000	06:10	0.00	0.00	0.00	434.1	0.0	434.1
01ene2000	06:20	0.00	0.00	0.00	374.4	0.0	374.4
01ene2000	06:30	0.00	0.00	0.00	322.9	0.0	322.9
01ene2000	06:40	0.00	0.00	0.00	278.1	0.0	278.1
01ene2000	06:50	0.00	0.00	0.00	239.2	0.0	239.2
01ene2000	07:00	0.00	0.00	0.00	205.8	0.0	205.8
01ene2000	07:10	0.00	0.00	0.00	177.3	0.0	177.3

Ilustración 76: Resultados de la modelación hidrológica para la cuenca en estudio

Fuente: Propia con ayuda del programa HEC-HMS

Como se muestra en las ilustraciones anteriores, para una duración de la tormenta de 170 minutos se tiene un caudal pico de 2669.5 m³/s para un periodo de retorno de 100 años.

Diseño hidráulico.

Para el diseño hidráulico, se genera las secciones transversales del Río Machuca a partir del modelo digital de terreno del programa InfraWorks, como se muestra en la Ilustración 77. Con la información anterior, se modela el caudal de diseño con el programa Hec-ras, como se muestra en la Ilustración 78. Para este se consideró un coeficiente de Manning de 0.08 para el cauce y márgenes del río característico a “Ríos con tramos lentos, cauces enhierbados o con charcos profundos” (Villon B, 2007).

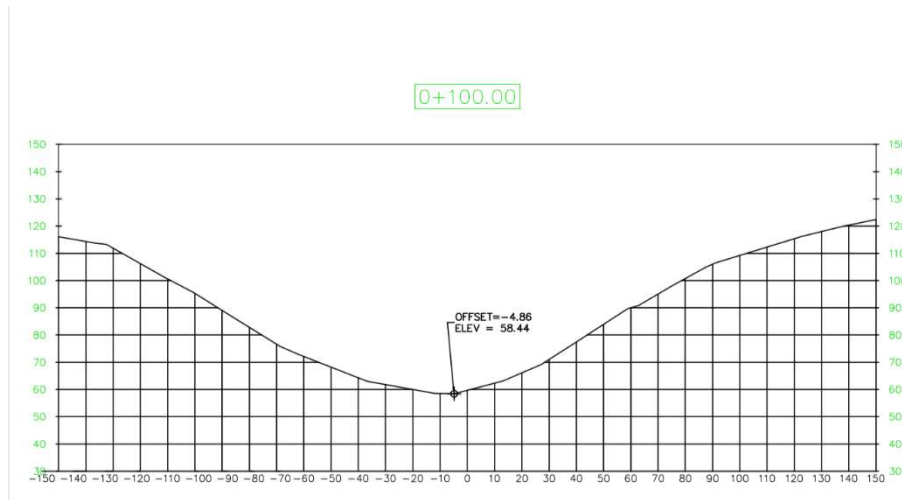


Ilustración 77: Sección transversal del Río Machuca.

Fuente: Propia, generada con Modelo con InfraWorks.

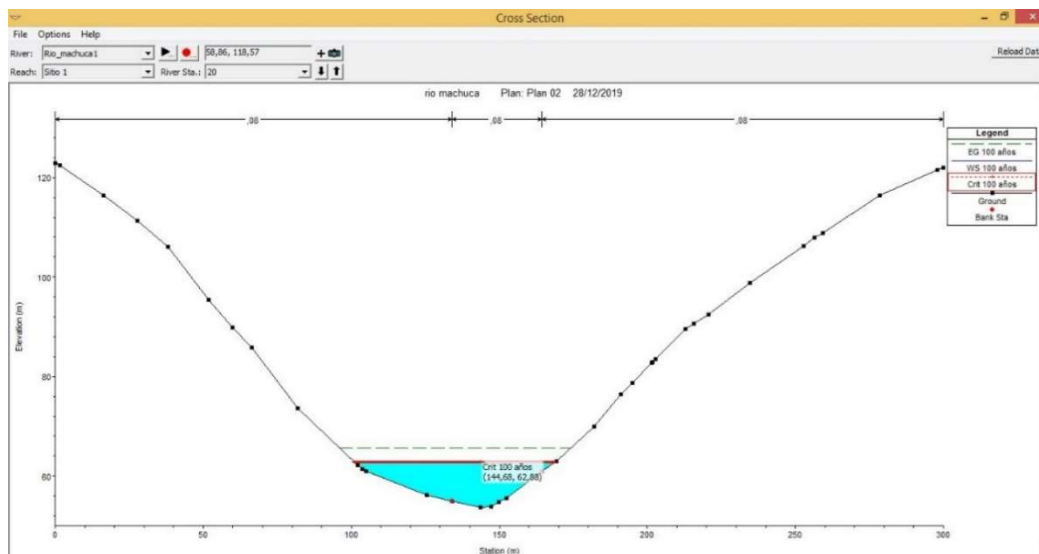


Ilustración 78: Modelo del comportamiento del Río Machuca con el caudal de diseño.

Fuente: Propia, generada con el programa Hec-ras.

A partir del modelo anterior, se obtiene que para el caudal de diseño se logra un tirante de agua de 9.24 m, por lo que se concluye que el puente requerido debe tener como mínimo una altura 10.74 metros (bordo libre 1.5 m) (SIECA, 2016), es decir la parte inferior de las vigas del puente debe tener una elevación mínima de 64.38 m.s.n.m, el cual es muy inferior a la altura requerida (120.32 m.s.n.m) como se muestra en la Ilustración 79.

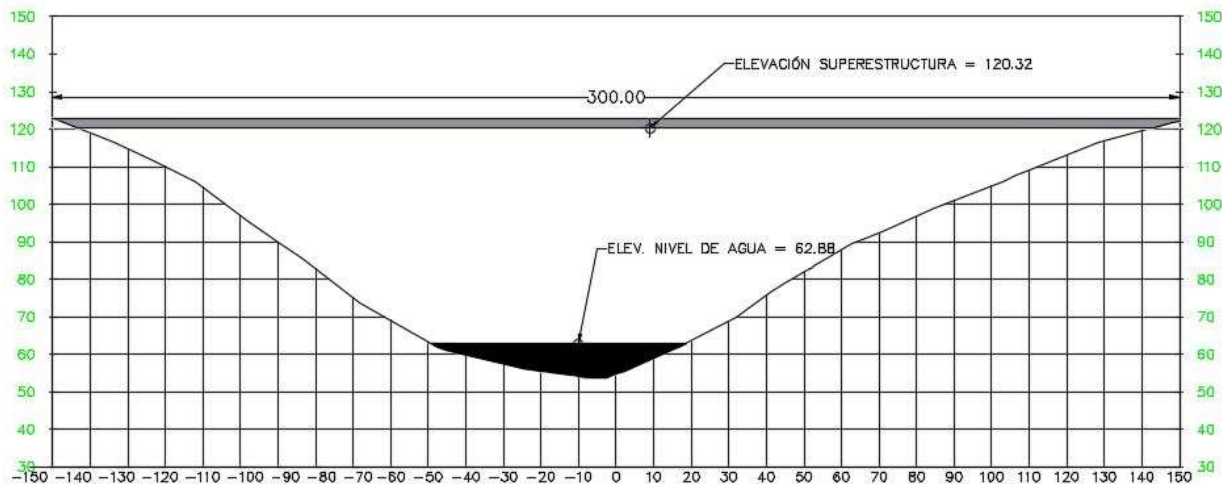


Ilustración 79: Sección transversal del Río Machuca.

Fuente: Propia, generada con el programa Civil 3D.

4.2.3.2. Puente sobre Río Grande, Estación 28+922.66.

El Río Grande forma parte de la red hidrológica de la cuenca Río Grande de Tárcoles ubicada en el sector central y occidental del valle central de Costa Rica y se extiende hasta la vertiente del Pacífico, esta tiene un área de 2.165,99 Km² (Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones , 2011).

Entre las características de la Subcuenca tenemos:

Tabla 72: Características de Subcuenca sobre el Río Grande.

Atributo	Medidas	Unidades
Área de la Cuenca	920,769	m ²
Perímetro	4,569	m
Altura máxima	1,440	m
Altura Mínima	1,130	m
Diferencia de Altura	310	m
Longitud de Cauce (total)	1,773	m
Longitud de Cauce (línea recta)	1,633	m
Pendiente a lo largo del Cauce	17.48	%
Pendiente Línea Recta	18.98	%

Fuente: Propia

Aplicación del Método del Servicio de Conservación de suelos de Estados Unidos (SCS):

Se subdivide la Subcuenca en estudio en los usos de suelos Pastizal, Bosque, techos y accesos, como se muestra en la Ilustración 80.

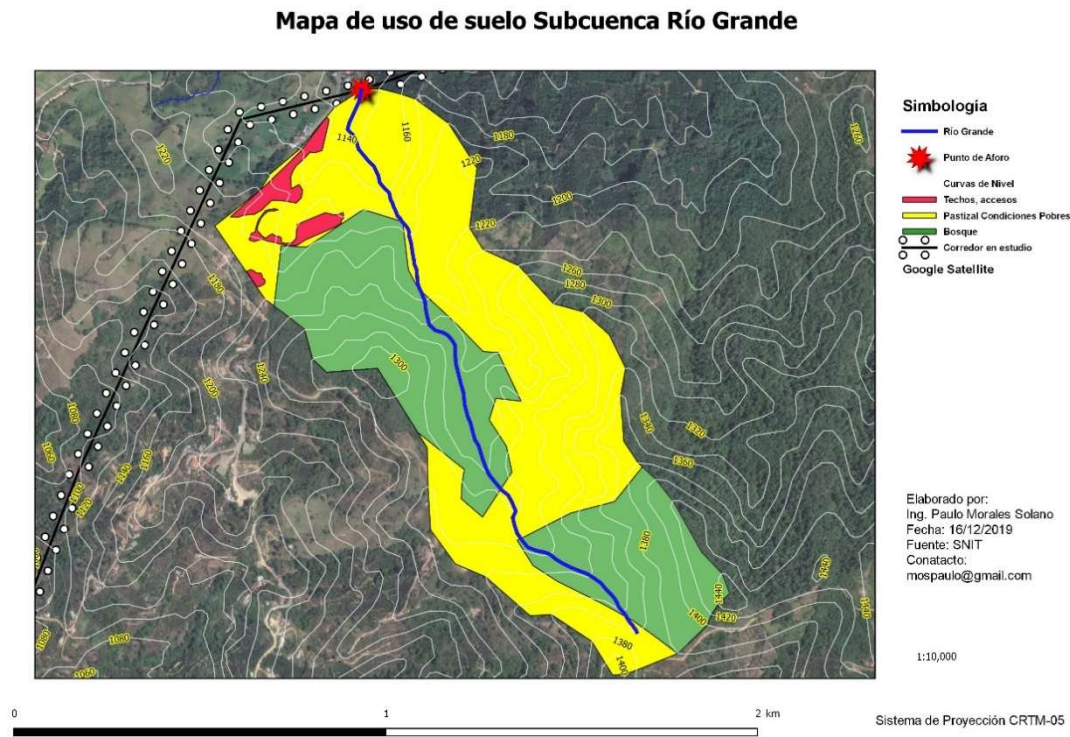


Ilustración 80: Mapa de uso de suelo Subcuenca Río Grande

Fuente: Propia con información del (Sistema Nacional de Información Territorial, 2019)

Tabla 73: Áreas y Porcentaje de Impermeabilidad de la Subcuenca.

Uso de Suelo	AREA (m2)	% Área Impermeable	% Área Permeable	*%Impermeable	*%Permeable
Techos y Accesos	23,102	95%	5%	21,947	1,155
Pastizal	523,694	35%	65%	183,293	340,401
Bosque	373,972	10%	90%	37,397	336,575
	920,769			242,637	678,132

Fuente: Propia

$$\%Impermeabilidad = \frac{242,637}{920,769} = 26.35\%$$

A partir de la información anterior, se obtiene que la Subcuenca del Río Grande tiene una impermeabilidad de un 26.35%.

Se determina el número de curva de esta subcuenca a partir de la tabla del Anexo 1 para cada uso de suelo, considerando un tipo de suelo “C” (suelos de altos contenido de arcillas), con el fin de obtener el número de curva ponderado para una Condición II (condición promedio o condiciones normales).

Tabla 74: Cálculo de número de curva para condición II (AMC II): condición promedio o condiciones normal.

Número de curva para Condición II (AMC II): condición promedio o condiciones normal (CN-II)			
Uso de Suelo	Área	CN [-]	Área *CN
Techos y Accesos	23,102	98	2,264,016
Pastizal	523,694	86	45,037,726
Bosque	373,972	77	28,795,877
	920,769		76,097,620

Fuente: Propia

$$CN(II)_{ponderado} = \frac{76,097,620}{920,769} = 82,65$$

Debido a que se requiere calcular el caudal para condiciones críticas, se realiza el ajuste para obtener la Condición III (AMC III) (suelos saturados), como se muestra a continuación.

Tabla 75: Cálculo de número de curva corregido Condición III (AMC III): en los últimos cinco días se ha presentado precipitación intensa, suelos saturados.

Número de curva corregido Condición III (AMC III): en los últimos cinco días se ha presentado precipitación intensa, suelos saturados			
Uso	Área	CN [-]	Área *CN
Techos y Accesos	23,102	99.12	2,289,902
Pastizal	523,694	93.39	48,907,823
Bosque	373,972	88.51	33,098,709
	920,769		84,296,435

Fuente: Propia

$$CN(III)_{ponderado} = \frac{84,296,435}{920,769} = 91.55$$

De los cálculos anteriores, se obtiene un número de curva de 91.55 para una condición saturada del terreno.

Tiempo de Concentración.

Se estima el tiempo de concentración empleado la fórmula de Kirpich- Ramser a partir de la información.

$$t_c = 0.01947 L^{0.77} S^{-0.385}$$

$$t_c = 0.01947 * 1,773^{0.77} 0.1748^{-0.385} = 12.09 \text{ minutos}$$

Tiempo de retardo.

Se estima el tiempo de retardo mediante la siguiente aproximación.

$$t_{lag} = 0.60 t_c$$

$$t_{lag} = 0.60 * 12.09 = 7.26 \text{ minutos}$$

Abstracciones Iniciales.

Se calcula la abstracción inicial (I_a), mediante la siguiente ecuación:

$$I_a = 0.2 \left(\frac{25400}{CN} - 254 \right)$$

$$I_a = 0.2 \left(\frac{25400}{91.55} - 254 \right) = 4.69 \text{ mm}$$

Hietograma de Diseño, Método de bloques alternos.

Se calcula la tormenta de diseño con el método de bloque alternos para un periodo de retorno de 100 años, para lo anterior se calcula la duración máxima de cada intervalo con la siguiente ecuación.

$$\Delta t < 0.29 t_{lag}$$

$$\Delta t < 0.29 * 7.26 = 2.10 \text{ min}$$

Por facilidad se considera un intervalo de tiempo de 2 minutos, el cual es menor al intervalo máximo, además se considera una duración de la tormenta de 12 minutos el cual es muy similar al periodo de retorno, esto con el fin de construir el hietograma de las tormentas.

A partir del documento “Curvas de Intensidad Duración Frecuencia de algunas estaciones meteorológicas automáticas” del Instituto Meteorológico Nacional del año 2011, se calcula la intensidad con la siguiente ecuación para la estación número 84-145, ubicada en la Escuela Centroamericana de Ganadería.

$$I = \frac{170.69 T^{0.107}}{D^{0.239}}$$

Tabla 76: Cálculo de intensidad y precipitación para construcción de hietograma de bloques alternos, Río Grande.

Barra Gráfico	Tiempo (minutos)	Intensidad bloque bk (mm/h)	Precipitación (mm)
1	10	125.83	4.19
2	20	145.01	4.83
3	30	236.73	7.89
4	40	164.45	5.48
5	50	133.68	4.46
6	60	119.92	4.00

Fuente: Propia

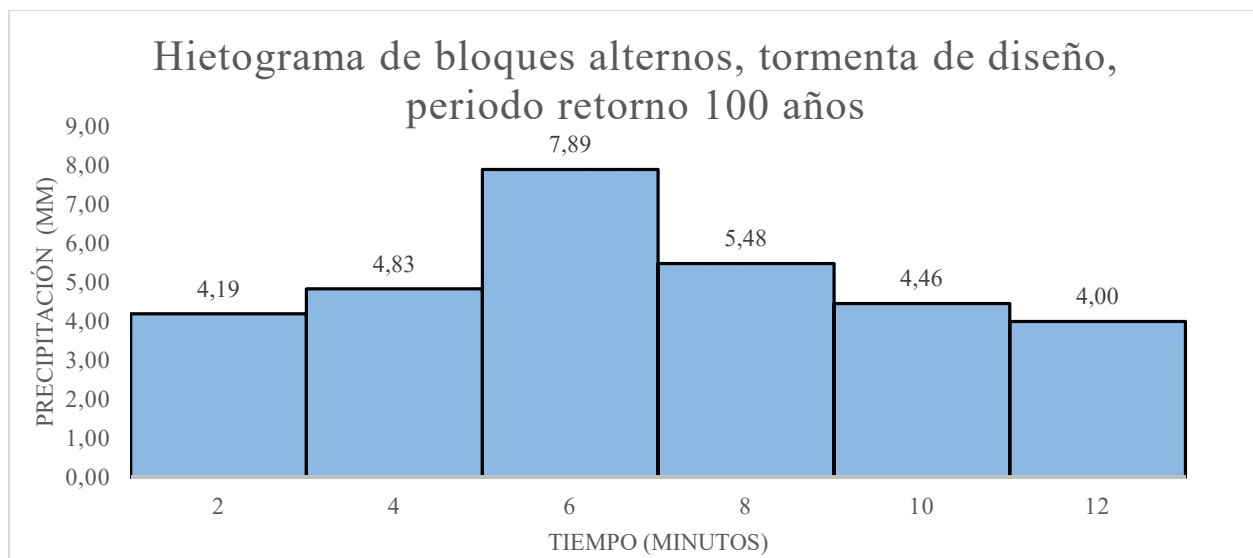


Ilustración 81: Hietograma de Bloques alternos para la cuenca sobre el Río Grande.

Fuente: Propia

Determinación de caudales con el programa HEC-HMS

Se utiliza el programa HEC-HMS para determinar el hidrograma de la tormenta de diseño y su caudal pico. A continuación, se presenta imágenes del proceso de modelación hidrológica.

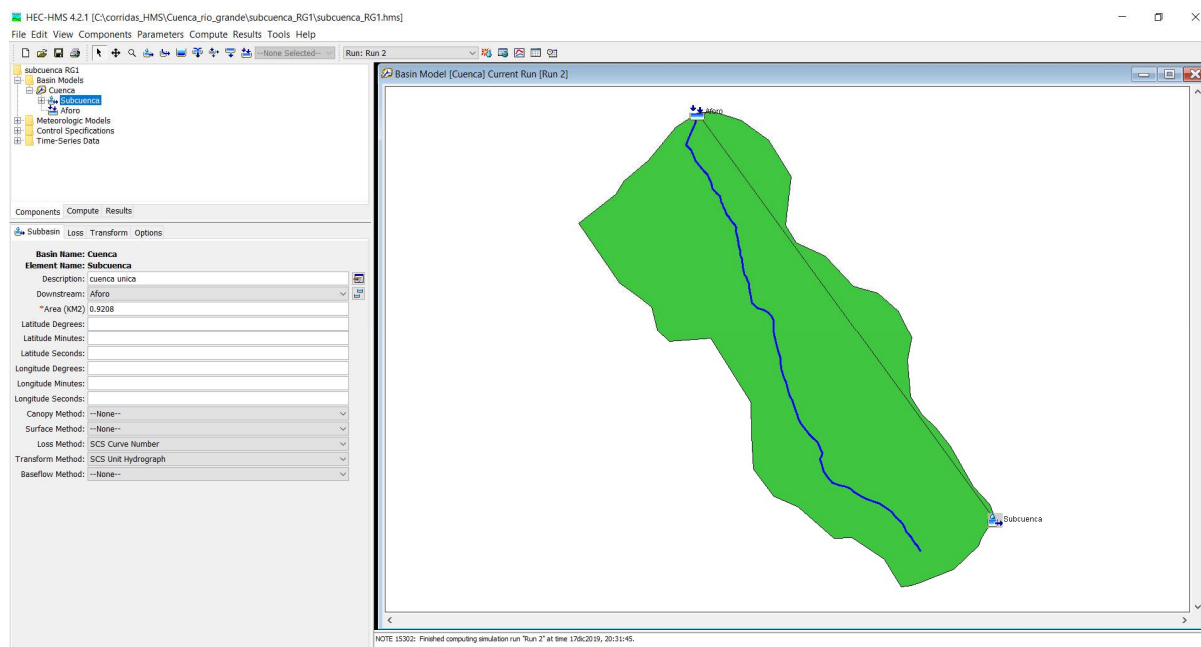


Ilustración 82: Modelo hidrológico de la Subcuenca en estudio.

Fuente: Propia

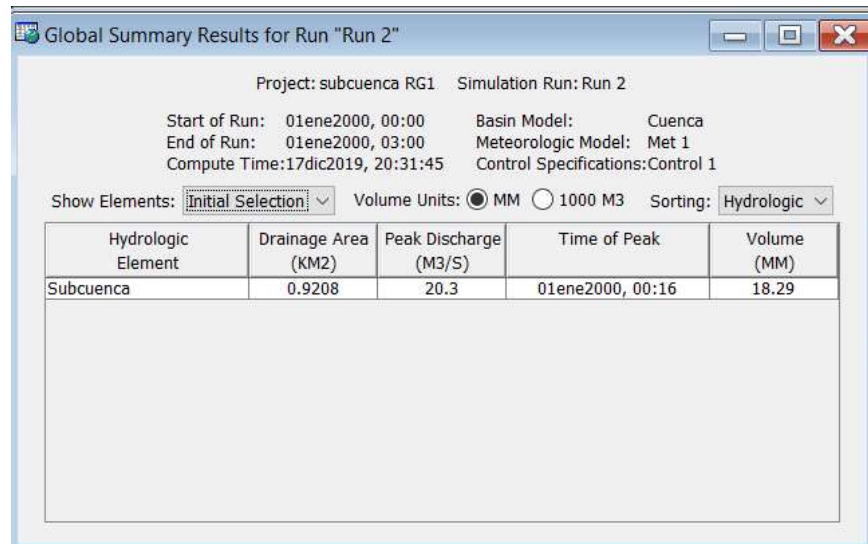


Ilustración 83: Imagen con los resultados obtenidos del caudal pico de descarga.

Fuente: Propia

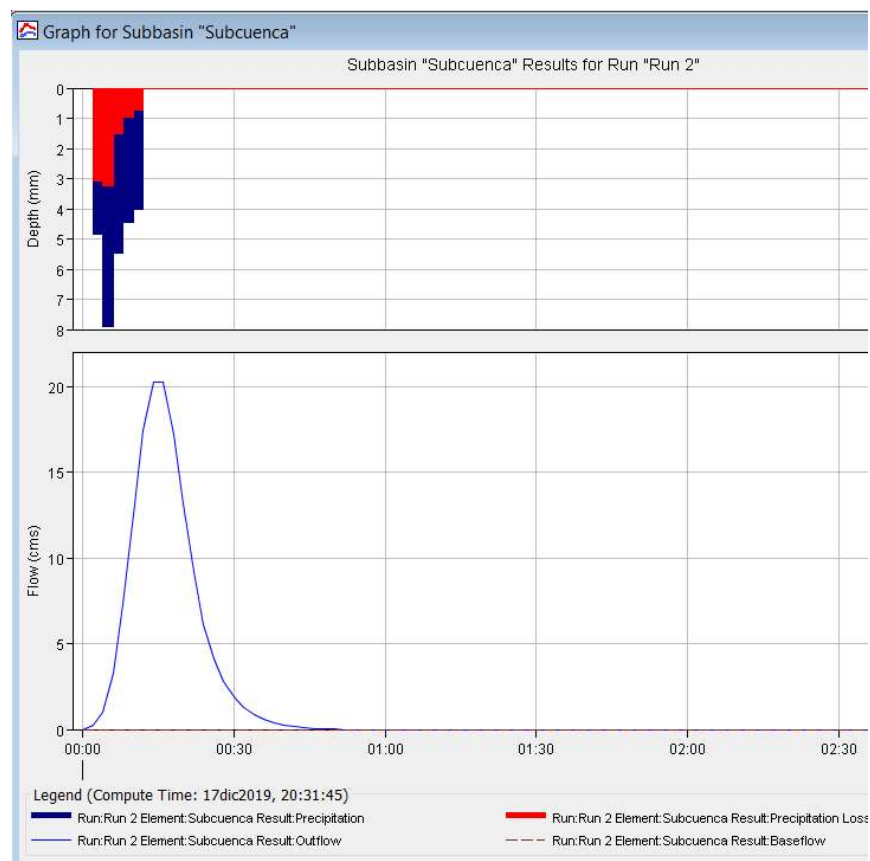


Ilustración 84: Hidrograma para una tormenta de 12 minutos.

Fuente: Propia

Time-Series Results for Subbasin "Subcuenca"							
Project: subcuenca RG1 Simulation Run: Run 2							
Subbasin: Subcuenca							
Start of Run: 01ene2000, 00:00				Basin Model: Cuenca			
End of Run: 01ene2000, 03:00				Meteorologic Model: Met 1			
Compute Time: 17dic2019, 20:31:45				Control Specifications: Control 1			
Date	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)
01ene2000	00:00				0.0	0.0	0.0
01ene2000	00:02	4.19	3.09	1.10	0.2	0.0	0.2
01ene2000	00:04	4.83	3.06	1.77	1.0	0.0	1.0
01ene2000	00:06	7.89	3.22	4.67	3.3	0.0	3.3
01ene2000	00:08	5.48	1.51	3.97	7.3	0.0	7.3
01ene2000	00:10	4.46	0.96	3.50	12.5	0.0	12.5
01ene2000	00:12	4.00	0.72	3.28	17.4	0.0	17.4
01ene2000	00:14	0.00	0.00	0.00	20.2	0.0	20.2
01ene2000	00:16	0.00	0.00	0.00	20.3	0.0	20.3
01ene2000	00:18	0.00	0.00	0.00	17.2	0.0	17.2
01ene2000	00:20	0.00	0.00	0.00	13.1	0.0	13.1
01ene2000	00:22	0.00	0.00	0.00	9.2	0.0	9.2
01ene2000	00:24	0.00	0.00	0.00	6.1	0.0	6.1
01ene2000	00:26	0.00	0.00	0.00	4.1	0.0	4.1
01ene2000	00:28	0.00	0.00	0.00	2.8	0.0	2.8
01ene2000	00:30	0.00	0.00	0.00	1.9	0.0	1.9
01ene2000	00:32	0.00	0.00	0.00	1.3	0.0	1.3
01ene2000	00:34	0.00	0.00	0.00	0.8	0.0	0.8
01ene2000	00:36	0.00	0.00	0.00	0.6	0.0	0.6
01ene2000	00:38	0.00	0.00	0.00	0.4	0.0	0.4
01ene2000	00:40	0.00	0.00	0.00	0.3	0.0	0.3
01ene2000	00:42	0.00	0.00	0.00	0.2	0.0	0.2
01ene2000	00:44	0.00	0.00	0.00	0.1	0.0	0.1
01ene2000	00:46	0.00	0.00	0.00	0.1	0.0	0.1
01ene2000	00:48	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
01ene2000	00:50	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
01ene2000	00:52	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
01ene2000	00:54	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
01ene2000	00:56	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
01ene2000	00:58	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
01ene2000	01:00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
01ene2000	01:02	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
01ene2000	01:04	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0

Ilustración 85: Resultados de la modelación hidrológica para la cuenca en estudio

Fuente: Propia

Como se muestra en las ilustraciones anteriores, para una duración de la tormenta de 12 minutos se tiene un caudal pico de 20.3 m³/s.

Diseño hidráulico.

Para el diseño hidráulico, se genera las secciones transversales del Río Grande a partir del modelo digital de terreno del programa Infracore. Con la información anterior, se modela el caudal de diseño con el programa Hec-ras, como se muestra en la Ilustración 86. Para este se consideró un coeficiente de Manning de 0.08 para el cauce y márgenes del río característico a “Ríos con tramos lentos, cauce enhierbados o con charcos profundos” (Villon B, 2007).

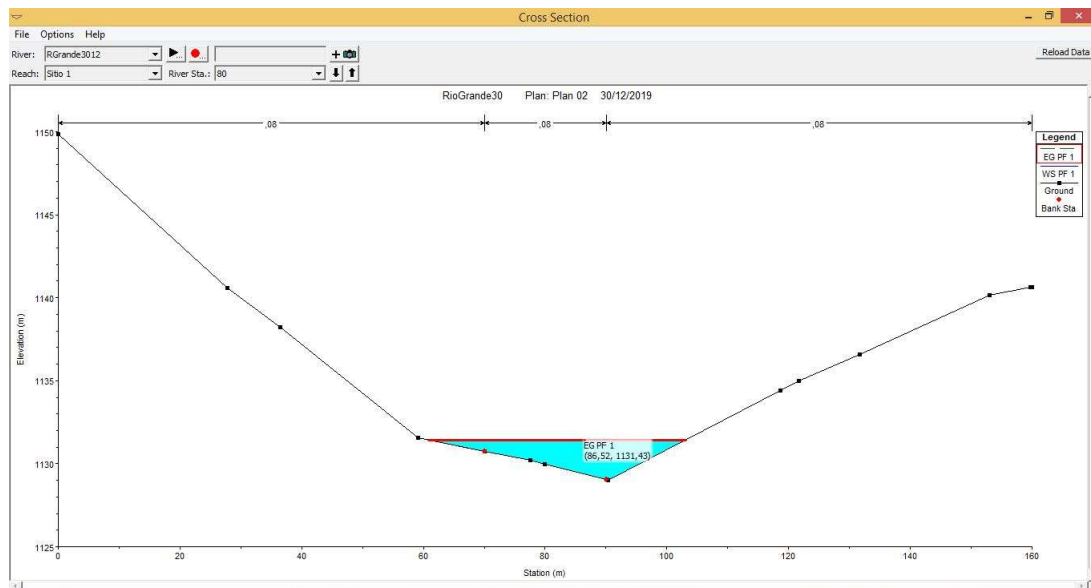


Ilustración 86: Modelo del comportamiento del Río Grande con el caudal de diseño.

Fuente: Propia, generada con el programa Hec-ras.

A partir del modelo anterior, se obtiene que para el caudal de diseño se logra un tirante de agua de 2.40 m, por lo que se concluye que el puente requerido debe tener como mínimo una altura 3.9 metros, considerando un bordo libre 1.5 m (SIECA, 2016), es decir la parte inferior de las vigas del puente debe tener una elevación de 1132.93 m.s.n.m como se muestra en la Ilustración 87.

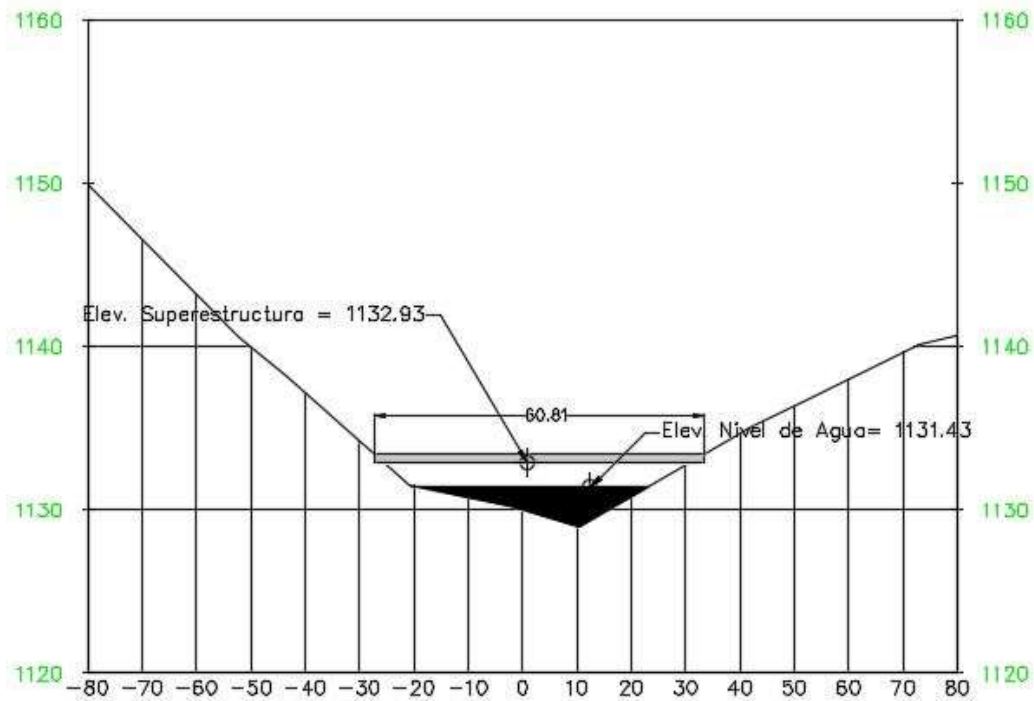


Ilustración 87: Sección transversal del Río Grande.

Fuente: Propia, generada con el programa Civil 3D.

4.2.3.3. Puente sobre Quebrada Grande, Estación 9+339.5

La Quebrada Grande forma parte de la red hidrológica de la cuenca Jesús María, la cual tiene un área de 375.50 Km², como se indicó en el apartado 4.2.3.1 de este documento. Entre las características de la Subcuenca tenemos:

Tabla 77: Características de Subcuenca sobre Quebrada Grande.

Atributo	Medidas	Unidades
Área de la Cuenca	808,230	m2
Perímetro	4,959	m
Altura máxima	260	m
Altura Mínima	165	m
Diferencia de Altura	95	m
Longitud de Cauce (total)	2,269	m
Longitud de Cauce (línea recta)	2,007	m
Pendiente a lo largo del Cauce	4.19	%
Pendiente Línea Recta	4.73	%

Fuente: Propia

Aplicación del Método del Servicio de Conservación de suelos de Estados Unidos (SCS):

Mapa de uso del suelo Subcuenca Quebrada Grande



Ilustración 88 Mapa de uso de suelo Subcuenca Quebrada Grande

Fuente: Propia con información del (Sistema Nacional de Información Territorial, 2019)

Uso de Suelo	AREA (m2)	% Área Impermeable	%Área Permeable	Área *%Impermeable	Área *%Permeable
Urbano	739,251	95%	5%	702,289	36,963
Bosque	68,978	10%	90%	6,898	62,080
	808,230			709,187	99,043

Fuente: Propia

$$\%Impermeabilidad = \frac{709,187}{808,230} = 87.75\%$$

A partir de la información anterior, se obtiene que la Subcuenca de la Quebrada Grande tiene una impermeabilidad de 87.75%.

Igual que en las cuencas anteriores, se determina el número de curva de esta subcuenca a partir de la tabla del Anexo 1 para cada uso de suelo, considerando un tipo de suelo “C”, con el fin de obtener el número de curva ponderado para una Condición II (condición promedio o condiciones normales).

Tabla 78: Cálculo de número de curva para condición II (AMC II): condición promedio o condiciones normal.

Número de curva para Condición II (AMC II): condición promedio o condiciones normal (CN-II)			
Uso de Suelo	Área	CN[-]	Área *CN
Urbano	739,251	90	66,532,613
Bosque	68,978	77	5,311,327
	808,230		71,843,939

Fuente: Propia

$$CN(II)_{ponderado} = \frac{71,843,939}{808,230} = 88,89$$

Se realiza el ajuste para obtener la Condición III (AMC III) (suelos saturados), como se muestra a continuación.

Tabla 79: Cálculo de número de curva corregido Condición III (AMC III): en los últimos cinco días se ha presentado precipitación intensa, suelos saturados.

Número de curva corregido Condición III (AMC III): en los últimos cinco días se ha presentado precipitación intensa, suelos saturados			
Uso	Área	CN [-]	Área *CN
Urbano	739,251	95.39	70,518,437
Bosque	68,978	88.51	6,104,973
	808,230		76,623,411

Fuente: Propia.

$$CN(III)_{ponderado} = \frac{76,623,411}{808,230} = 94.8$$

Tiempo de Concentración.

Se estima el tiempo de concentración empleado la fórmula de Kirpich- Ramser a partir de la información.

$$t_c = 0.01947 L^{0.77} S^{-0.385}$$

$$t_c = 0.01947 * 2,269^{0.77} 0.0419^{-0.385} = 25.34 \text{ minutos}$$

Tiempo de retardo.

Se estima el tiempo de retardo mediante la siguiente aproximación.

$$t_{lag} = 0.60 t_c$$

$$t_{lag} = 0.60 * 25.34 = 15.21 \text{ minutos}$$

Abstracciones Iniciales.

Se calcula la abstracción inicial (Ia), mediante la siguiente ecuación:

$$I_a = 0.2 \left(\frac{25400}{CN} - 254 \right)$$

$$I_a = 0.2 \left(\frac{25400}{94.80} - 254 \right) = 2.78 \text{ mm}$$

Hietograma de Diseño, Método de bloques alternos.

Se calcula la tormenta de diseño con el método de bloque alternos para un periodo de retorno de 100 años, para lo anterior se calcula la duración máxima de cada intervalo con la siguiente ecuación.

$$\Delta t < 0.29 t_{lag}$$

$$\Delta t < 0.29 * 15.21 = 4.41 \text{ min}$$

Por facilidad se considera un intervalo de tiempo de 2 minutos, el cual es menor al intervalo máximo, además se considera una duración de la tormenta de 26 minutos el cual es muy similar al periodo de retorno, esto con el fin de construir el hietograma de las tormentas.

A partir del documento “Curvas de Intensidad Duración Frecuencia de algunas estaciones meteorológicas automáticas” del Instituto Metereológico Nacional del año 2011, se calcula la intencidad con la siguiente ecuación para la estación número 84-145, ubicada en la Escuela Centroamericana de Ganadería.

$$I = \frac{170.69 T^{0.107}}{D^{0.239}}$$

Tabla 80: Cálculo de intensidad y precipitación para construcción de hietograma de bloques alternos, Quebrada Grande.

Barra Gráfico	Tiempo (minutos)	Intensidad bloque bk (mm/h)	Precipitación (mm)
1	2	98.52	3.28
2	4	102.71	3.42
3	6	108.04	3.60
4	8	115.21	3.84
5	10	125.83	4.19
6	12	145.01	4.83
7	14	236.73	7.89
8	16	164.45	5.48
9	18	133.68	4.46
10	20	119.92	4.00
11	22	111.33	3.71
12	24	105.20	3.51
13	26	100.50	3.35

Fuente: Propia

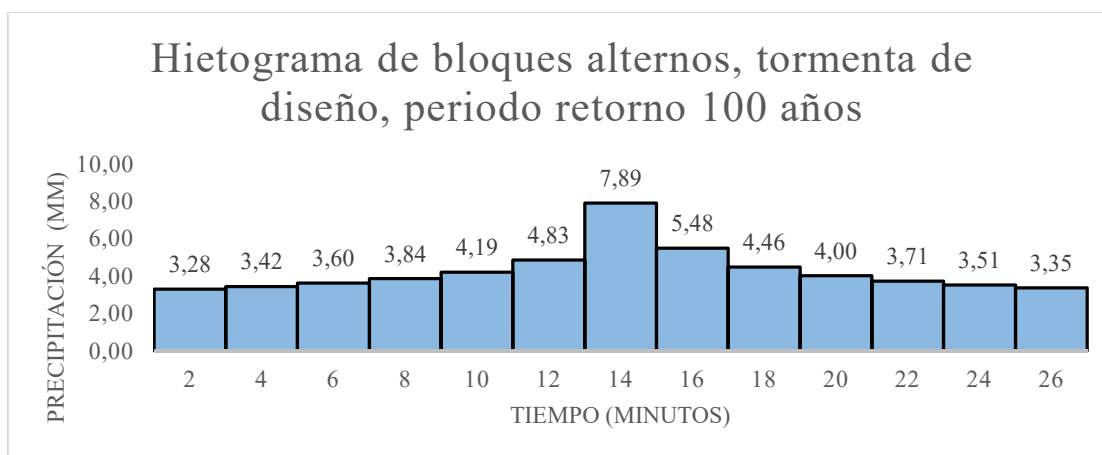


Ilustración 89: Hietograma de Bloques alternos para la cuenca sobre el Quebrada Grande.

Fuente: Propia

Determinación de caudales con el programa HEC-HMS

Como se aplicó en las subcuencas anteriores, se determina el hidrograma de la tormenta de diseño y su caudal pico, utilizando el programa HEC-HMS. A continuación, se presenta imágenes del proceso de modelación hidrológica.

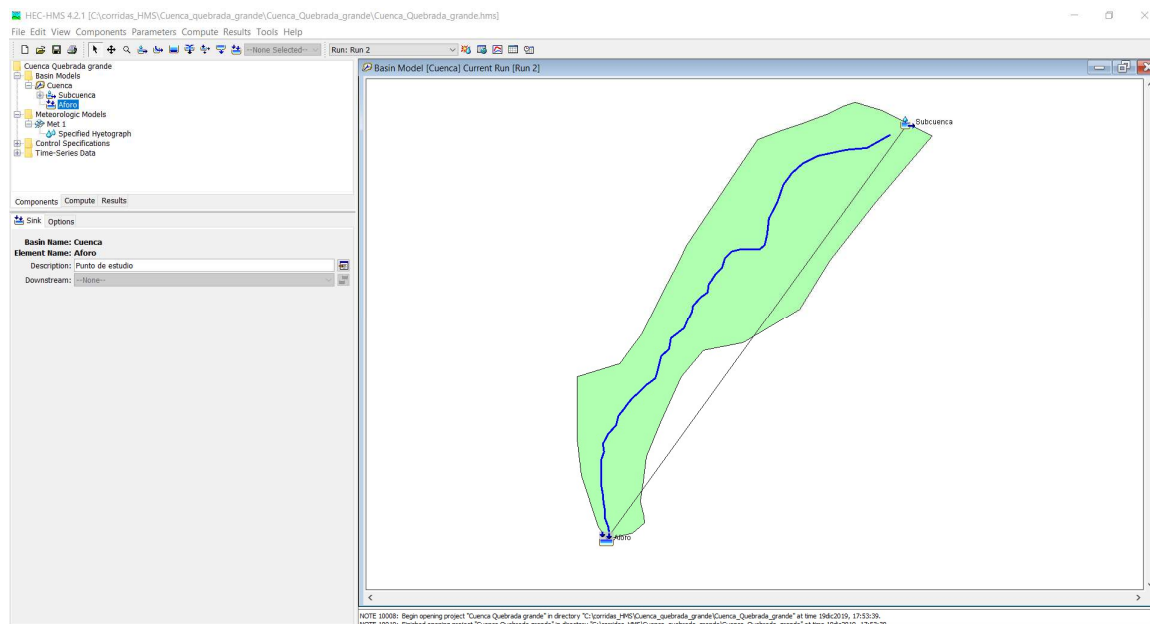


Ilustración 90: Modelo hidrológico de la Subcuenca en estudio.

Fuente: Propia

I

Global Summary Results for Run "Run 2"

Project: Cuenca Quebrada grande Simulation Run: Run 2

Start of Run: 01ene2000, 00:00 Basin Model: Cuenca
End of Run: 01ene2000, 12:00 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 19dic2019, 18:26:24 Control Specifications: Control 1

Show Elements: Initial Selection Volume Units: ☒ MM ☐ 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Aforo	0.8082	25.1	01ene2000, 00:30	53.87

Ilustración 91: Imagen con los resultados obtenidos del caudal pico de descarga.

Fuente: Propia

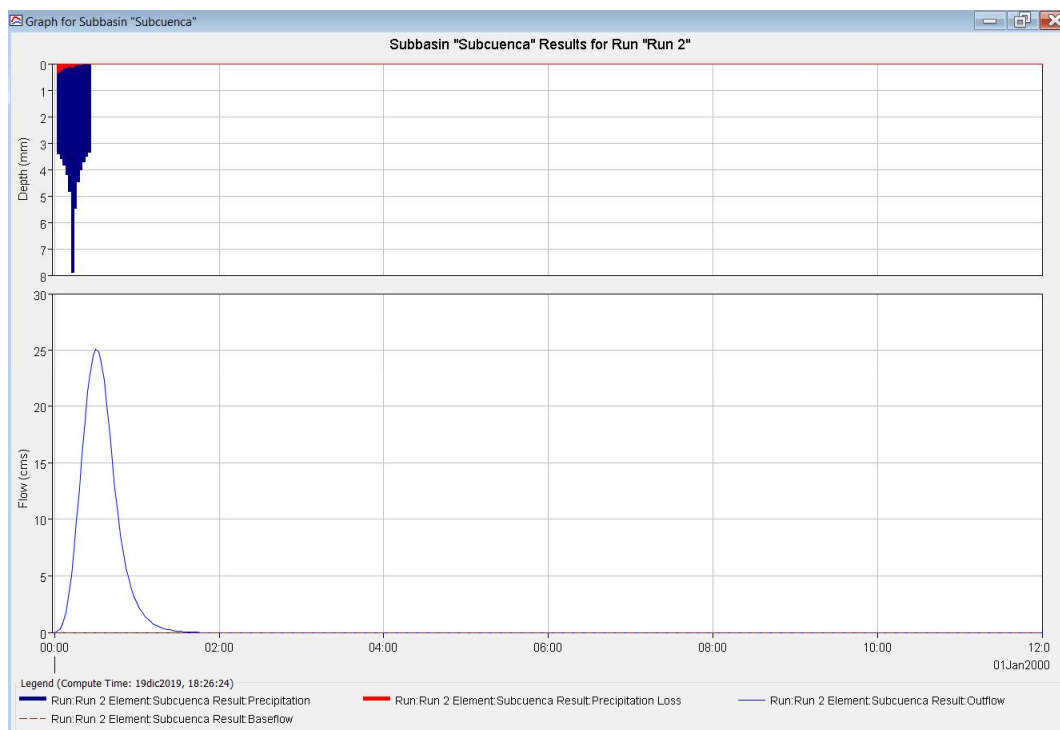


Ilustración 92: Hidrograma para una tormenta de 26 minutos.

Fuente: Propia

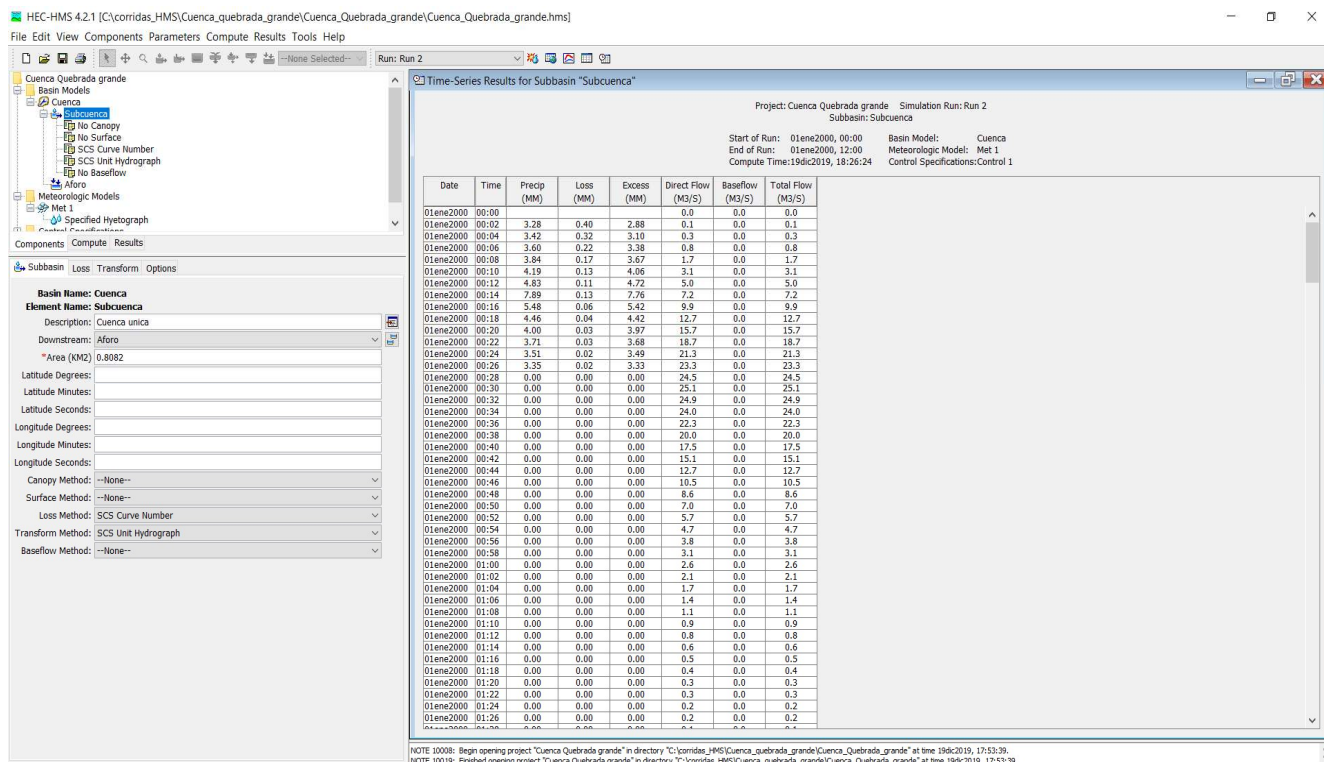


Ilustración 93: Resultados de la modelación hidrológica para la cuenca en estudio.

Fuente: Propia

Como se muestra en las ilustraciones anteriores, para una duración de la tormenta de 12 minutos se tiene un caudal pico de $25.1 \text{ m}^3/\text{s}$.

Diseño hidráulico.

Para el diseño hidráulico, se genera las secciones transversales de la Quebrada Grande a partir del modelo digital de terreno del programa Infracore. Con la información anterior, se modela el caudal de diseño con el programa Hec-ras, como se muestra en la Ilustración 78. Para este se consideró un coeficiente de Manning de 0.08 para el cauce y márgenes del río característico a “Ríos con tramos lentos, cauce enhierbados o con charcos profundos” (Villon B, 2007).

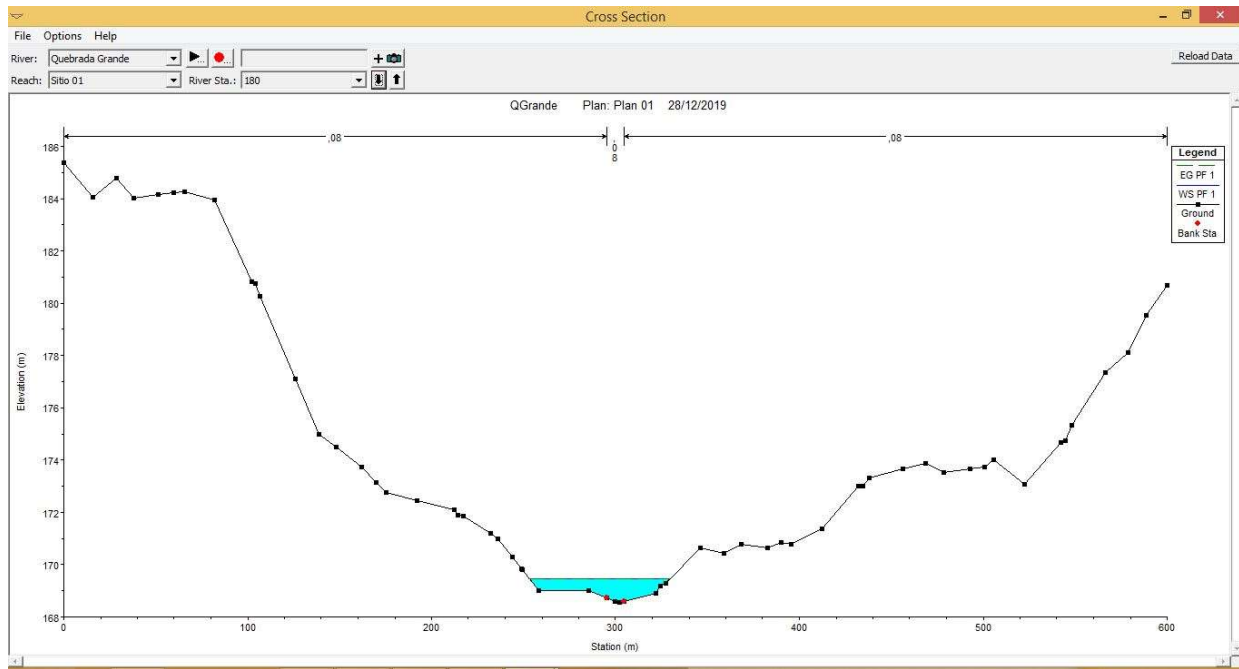


Ilustración 94: Modelo del comportamiento de la Quebrada Grande con el caudal de diseño.

Fuente: Propia, generada con el programa Hec-ras.

A partir del modelo anterior, se obtiene que para el caudal de diseño se logra un tirante de agua de 1.11 m, por lo que se concluye que el puente requerido debe tener como mínimo una altura 2.61 metros, considerando un bordo libre de 1.5 m (SIECA, 2016), por lo tanto la parte inferior de las vigas del puente debe tener una de elevación de 171.21 m.s.n.m.m como se muestra en la Ilustración 95 .

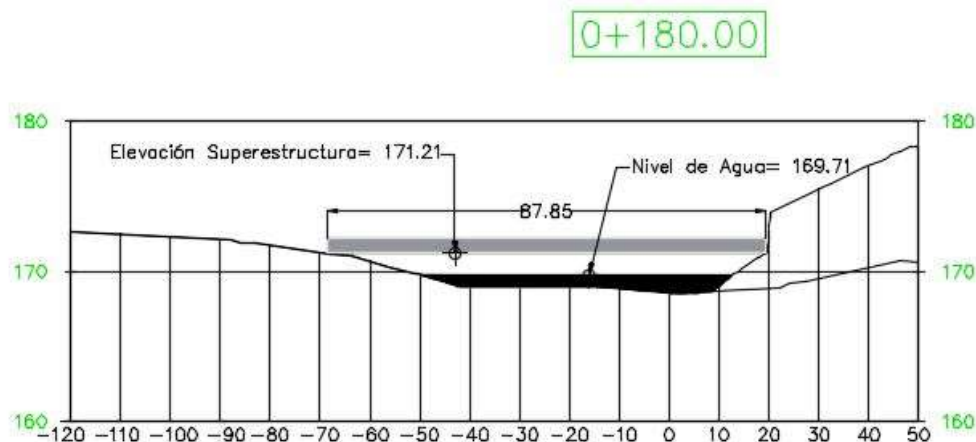


Ilustración 95: Sección transversal del Quebrada Grande.

Fuente: Propia, generada con el programa Civil 3D.

4.2.3.4. Puente sobre Río Grande, Estación 32+461.75

El Río Grande forma parte de la red hidrológica de la cuenca Río Grande de Tárcoles, la cual tiene un área de 2.165,99 Km², como se indicó en el apartado 4.2.3.2 de este documento. Entre las características de la Subcuenca tenemos:

Tabla 81: Características de Subcuenca sobre el Río Grande.

Atributo	Medidas	Unidades
Área de la Cuenca	13,305,558	m ²
Perímetro	16,868	m
Altura máxima	1,360	m
Altura Mínima	1,010	m
Diferencia de Altura	350	m
Longitud de Cauce (total)	6,306	m
Longitud de Cauce (línea recta)	4,275	m
Pendiente a lo largo del Cauce	5.55	%
Pendiente Línea Recta	8.19	%

Fuente: Propia

Aplicación del Método del Servicio de Conservación de suelos de Estados Unidos (SCS):

Se subdivide la Subcuenca en estudio en los usos de suelos Pastizal, Bosque, Industrial y Urbano, como se muestra en la Ilustración 96 .

Mapa de Uso de Suelo Subcuenca Río Grande

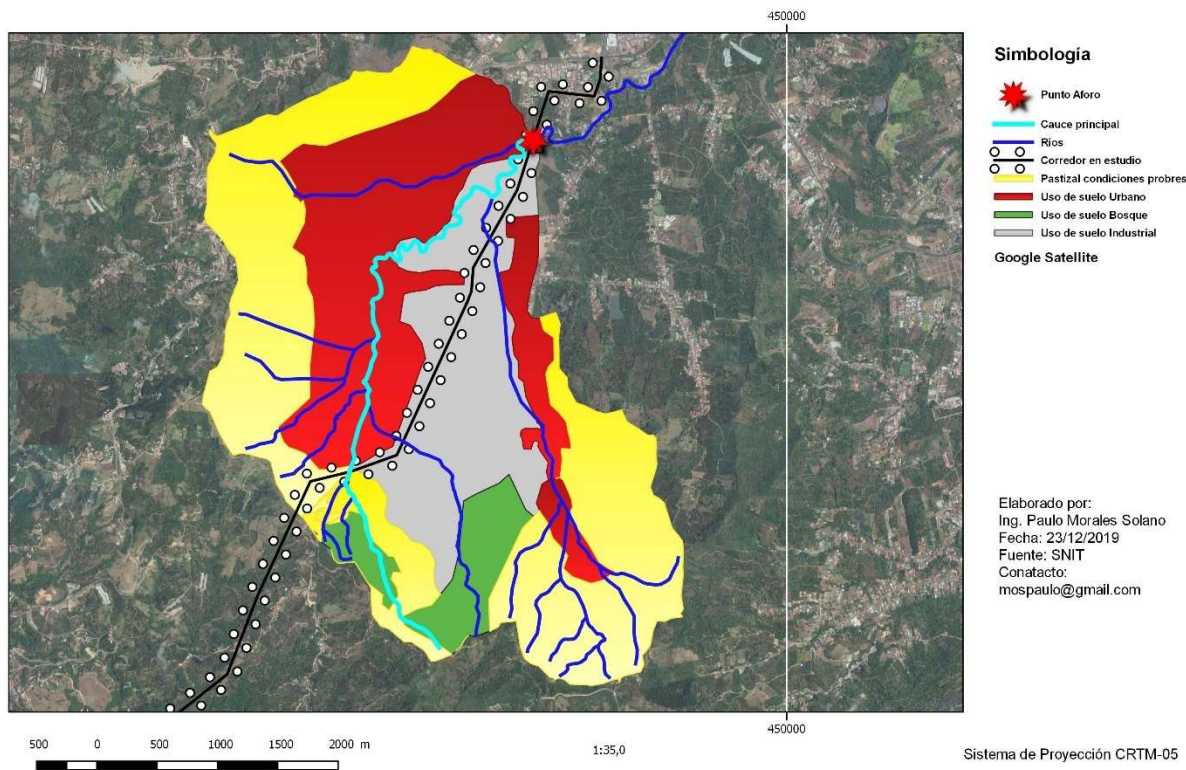


Ilustración 96: Mapa de uso de suelo Subcuenca Río Grande

Fuente: Propia con información del (Sistema Nacional de Información Territorial, 2019)

Tabla 82: Áreas y Porcentaje de Impermeabilidad de la Subcuenca.

Uso de Suelo	AREA (m2)	% Área Impermeable	%Área Permeable	Área *%Impermeable	Área *%Permeable
Urbano	4,020,201	95%	5%	3,819,191	201,010
Industrial	2,619,266	90%	10%	2,357,339	261,927
Pastizal	5,627,600	35%	65%	1,969,660	3,657,940
Bosque	1,038,491	10%	90%	103,849	934,642
	13,305,558			8,250,040	5,055,519

Fuente: Propia

$$\%Impermeabilidad = \frac{8,250,040}{13,305,558} = 62.0\%$$

A partir de la información anterior, se obtiene que la Subcuenca del Río Grande tiene una impermeabilidad de un 62.00%.

Se determina el número de curva de esta subcuenca a partir de la tabla del Anexo 1 para cada uso de suelo, considerando un tipo de suelo “C” (suelos de altos contenido de arcillas), con el fin de obtener el número de curva ponderado para una Condición II (condición promedio o condiciones normales).

Tabla 83: Cálculo de número de curva para condición II (AMC II): condición promedio o condiciones normal.

Número de curva para Condición II (AMC II): condición promedio o condiciones normal(CN-II)			
Uso de Suelo	Área	CN [-]	Área *CN
Urbano	4,020,201	90	361,818,104
Industrial	2,619,266	91	238,353,200
Pastizal	5,627,600	86	483,973,632
Bosque	1,038,491	77	79,963,795
	13,305,558		1,164,108,731

$$CN(II)_{ponderado} = \frac{1,164,108,731}{13,305,558} = 87,49$$

Debido a que se requiere calcular el caudal para condiciones críticas, se realiza el ajuste para obtener la Condición III (AMC III) (suelos saturados), como se muestra a continuación.

Tabla 84: Cálculo de número de curva corregido Condición III (AMC III): en los últimos cinco días se ha presentado precipitación intensa, suelos saturados.

Número de curva corregido Condición III (AMC III): en los últimos cinco días se ha presentado precipitación intensa, suelos saturados			
Uso	Área	CN [-]	Área *CN
Urbano	4,020,201	95.39	383,493,843
Industrial	2,619,266	95.88	251,127,970
Pastizal	5,627,600	93.39	525,561,545
Bosque	1,038,491	88.51	91,912,409
	13,305,558		1,252,095,768

$$CN(III)_{ponderado} = \frac{1,252,095,768}{13,305,558} = 94.10$$

De los cálculos anteriores, se obtiene un número de curva de 94.10 para una condición saturada del terreno.

Tiempo de Concentración.

Se estima el tiempo de concentración empleado la fórmula de Kirpich- Ramser a partir de la información.

$$t_c = 0.01947 L^{0.77} S^{-0.385}$$

$$t_c = 0.01947 * 6,306^{0.77} 0.056^{-0.385} = 49.96 \text{ minutos}$$

Tiempo de retardo.

Se estima el tiempo de retardo mediante la siguiente aproximación.

$$t_{lag} = 0.60 t_c$$

$$t_{lag} = 0.60 * 49.96 = 29.98 \text{ minutos}$$

Abstracciones Iniciales.

Se calcula la abstracción inicial (I_a), mediante la siguiente ecuación:

$$I_a = 0.2 \left(\frac{25400}{CN} - 254 \right)$$

$$I_a = 0.2 \left(\frac{25400}{94.10} - 254 \right) = 3.18 \text{ mm}$$

Hietograma de Diseño, Método de bloques alternos.

Se calcula la tormenta de diseño con el método de bloque alternos para un periodo de retorno de 100 años, para lo anterior se calcula la duración máxima de cada intervalo con la siguiente ecuación.

$$\Delta t < 0.29 t_{lag}$$

$$\Delta t < 0.29 * 29.98 = 8.69 \text{ min}$$

Por facilidad se considera un intervalo de tiempo de 5 minutos, el cual es menor al intervalo máximo, además se considera una duración de la tormenta de 50 minutos el cual es muy similar al periodo de retorno, esto con el fin de construir el hietograma de las tormentas.

A partir del documento “Curvas de Intensidad Duración Frecuencia de algunas estaciones meteorológicas automáticas” del Instituto Meteorológico Nacional del año 2011, se calcula la intensidad con la siguiente ecuación para la estación número 84-145, ubicada en la Escuela Centroamericana de Ganadería.

$$I = \frac{170.69 T^{0.107}}{D^{0.239}}$$

Tabla 85: Cálculo de intensidad y precipitación para construcción de hietograma de bloques alternos, Río Grande.

Barra Gráfico	Tiempo (minutos)	Intensidad bloque bk (mm/h)	Precipitación (mm)
1	5	86.79	7.23
2	10	92.55	7.71
3	15	101.09	8.42
4	20	116.49	9.71
5	25	190.18	15.85
6	30	132.11	11.01
7	35	107.39	8.95
8	40	96.33	8.03
9	45	89.43	7.45
10	50	84.51	7.04

Fuente: Propia

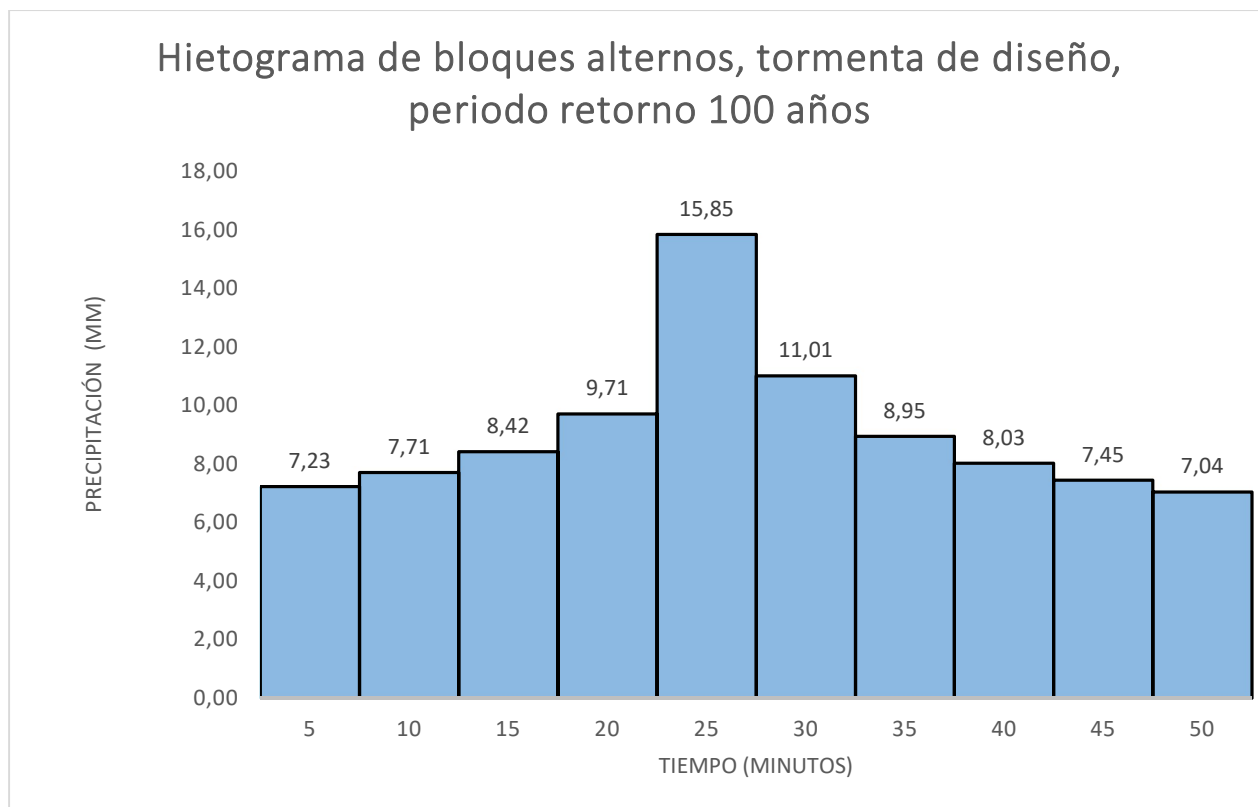


Ilustración 97: Hietograma de Bloques alternos para la cuenca sobre el Río Grande.

Fuente: Propia

Determinación de caudales con el programa HEC-HMS

Como se aplicó en las subcuencas anteriores, se determina el hidrograma de la tormenta de diseño y su caudal pico, utilizando el programa HEC-HMS. A continuación, se presenta imágenes del proceso de modelación hidrológica.

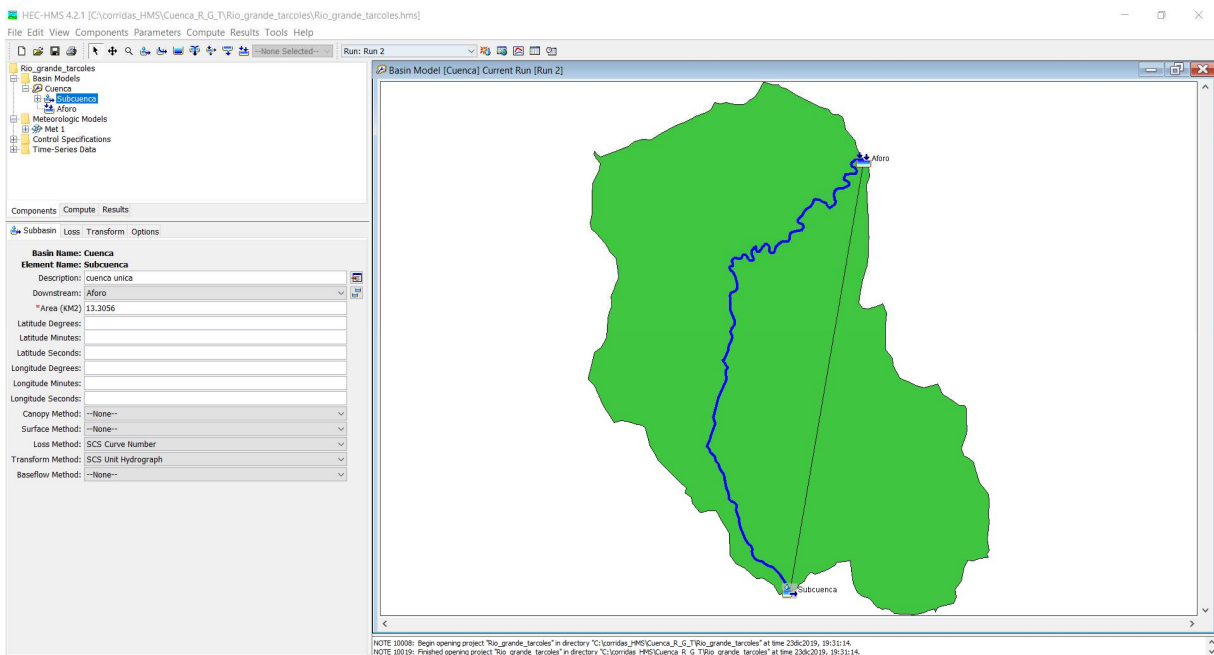


Ilustración 98: Modelo hidrológico de la Subcuenca en estudio.

Fuente: Propia

Global Summary Results for Run "Run 2"

Project: Rio_grande_tarcoles Simulation Run: Run 2

Start of Run: 01ene2000, 00:00 Basin Model: Cuenca
End of Run: 01ene2000, 05:00 Meteorologic Model: Met 1
Compute Time: 23dic2019, 19:57:39 Control Specifications: Control 1

Show Elements: Volume Units: ☒ MM ☐ 1000 M3 Sorting:

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Aforo	13.3056	333.5	01ene2000, 01:00	85.07

Ilustración 99: Imagen con los resultados obtenidos del caudal pico de descarga.

Fuente: Propia

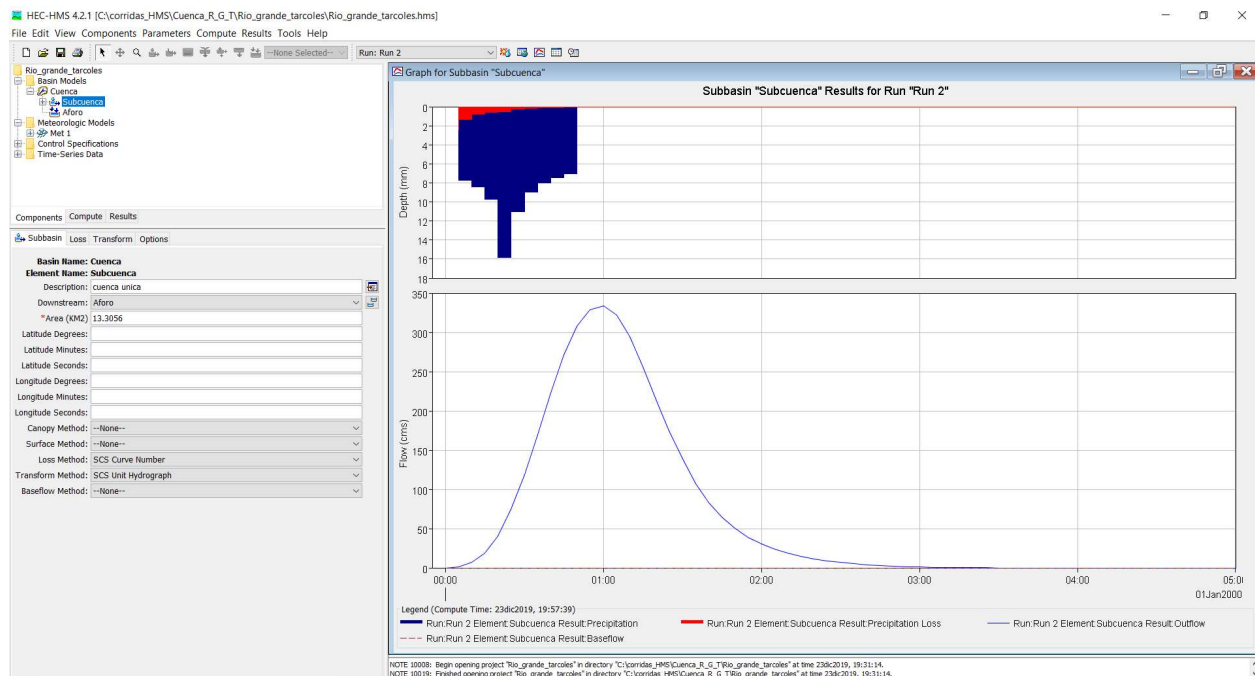


Ilustración 100: Hidrograma para una tormenta de 50 minutos.

Fuente: Propia

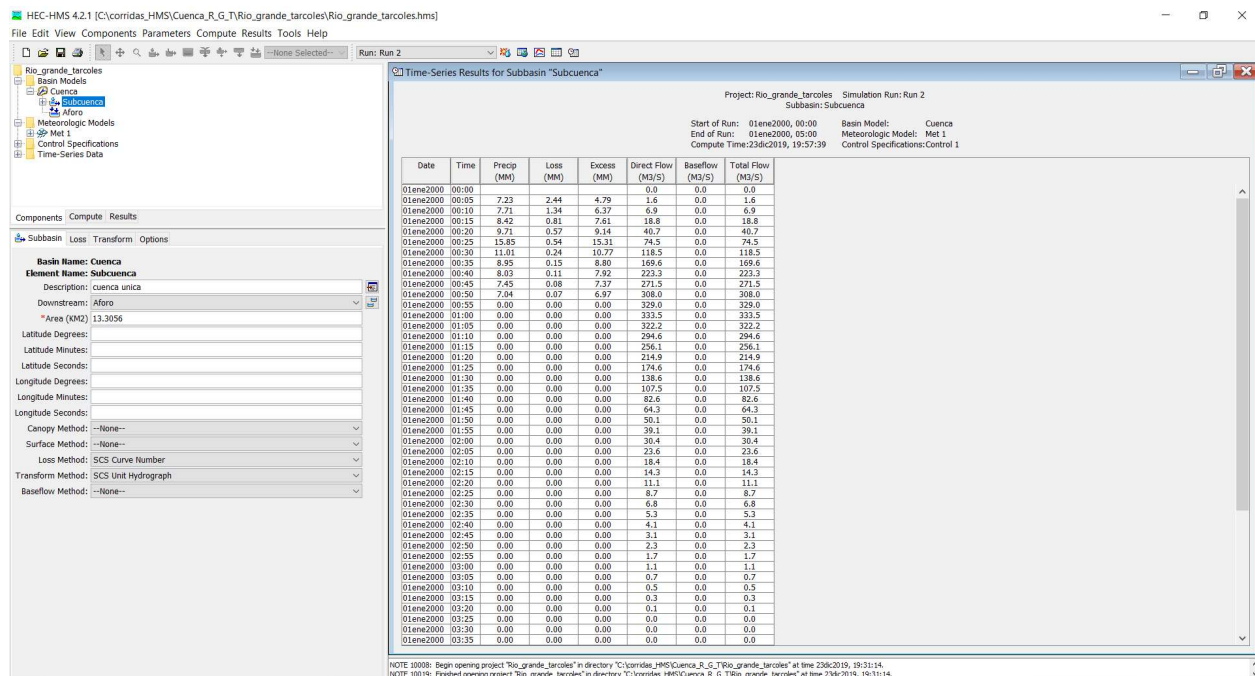


Ilustración 101: Resultados de la modelación hidrológica para la cuenca en estudio.

Fuente: Propia

Como se muestra en las ilustraciones anteriores, para una duración de la tormenta de 50 minutos se tiene un caudal pico de 333.5 m³/s.

Diseño hidráulico.

Para el diseño hidráulico, se genera las secciones transversales del Río Grande a partir del modelo digital de terreno del programa InfraWorks. Con la información anterior, se modela el caudal de diseño con el programa Hec-ras, como se muestra en la Ilustración 102. Para este se consideró un coeficiente de Manning de 0.08 para el cauce y márgenes característico de “Ríos con tramos lentos, cauce enhierbados o con charcos profundos” (Villon B, 2007).

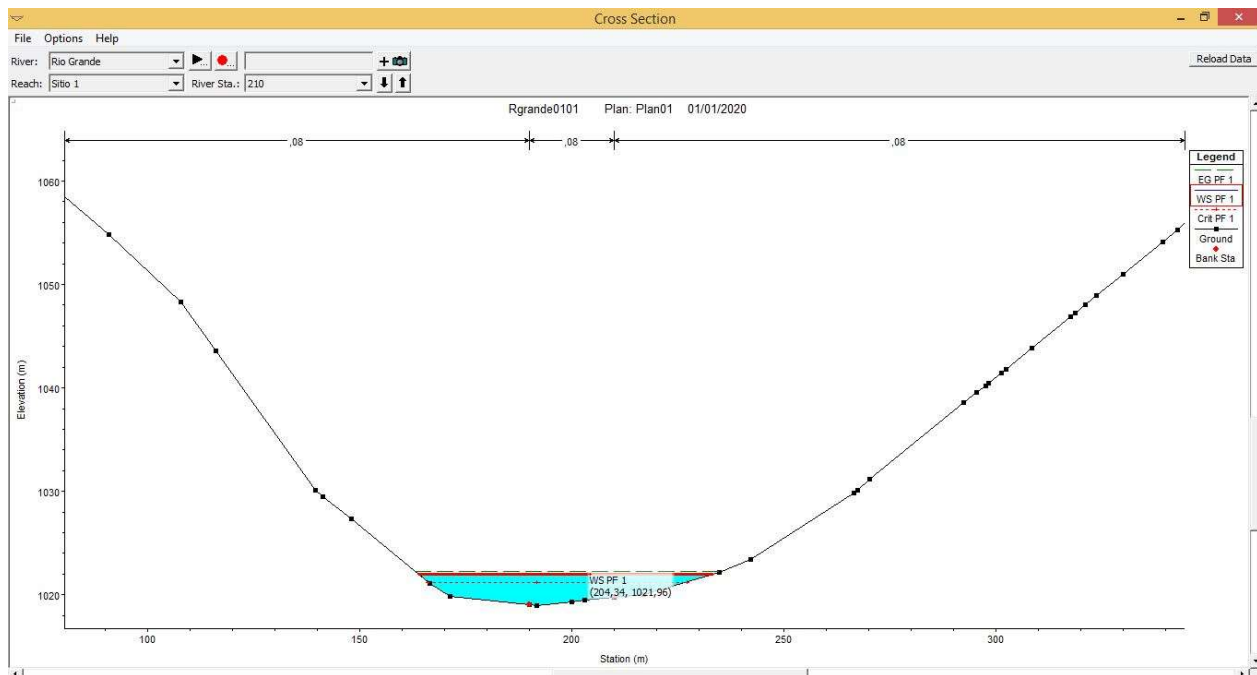


Ilustración 102: Modelo del comportamiento del Río Grande con el caudal de diseño.

Fuente: Propia, generada con el programa Hec-ras.

A partir del modelo anterior, se obtiene que para el caudal de diseño se logra un tirante de agua con una elevación de 1021.96 m.s.n.m.m, por ende, la elevación mínima de la parte inferior de la superestructura debe ser 1023.46 m.s.n.m.m (bordo libre 1.5 m) (SIECA, 2016). A razón de la profundidad del cauce de este río, esta elevación se supera con facilidad como se muestra en Ilustración 103.

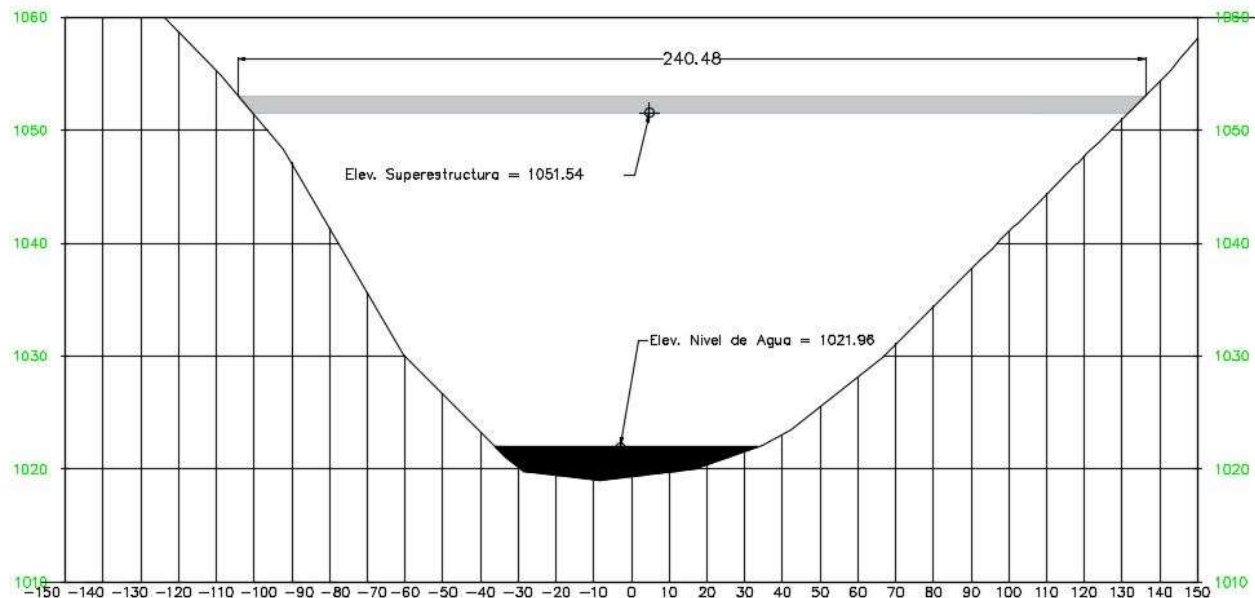


Ilustración 103: Sección transversal del Río Grande.

Fuente: Propia, generada con el programa Civil 3D.

4.2.3.5. Puente sobre Río Jesús, Estación 26+263

El Río Jesús forma parte de la red hidrológica de la cuenca Río Barranca ubicada en los cantones de San Ramón, Naranjo, Palmares y Esparza, esta tiene un área de 479,14 Km² (Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones , 2011).

Entre las características de la Subcuenca tenemos:

Atributo	Medidas	Unidades
Área de la Cuenca	7,266,154	m2
Perímetro	12,453	m
Altura máxima	1,440	m
Altura Mínima	960	m
Diferencia de Altura	480	m
Longitud de Cauce (total)	4,612	m
Longitud de Cauce (línea recta)	3,627	m
Pendiente a lo largo del Cauce	10.41	%
Pendiente Línea Recta	13.24	%

Aplicación del Método del Servicio de Conservación de suelos de Estados Unidos (SCS):

Se subdivide la Subcuenca en estudio en los usos de suelos Tierra Cultivada, Bosque y Urbano, como se muestra en la Ilustración 104.

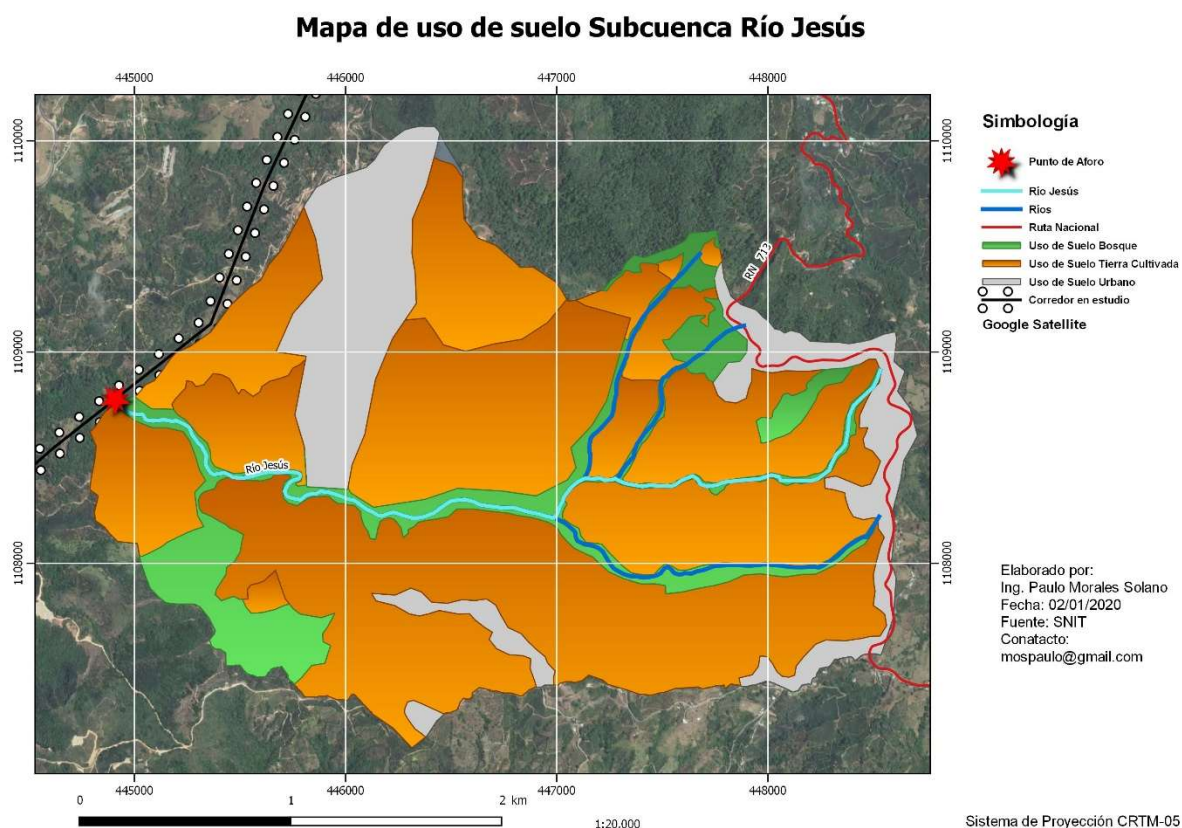


Ilustración 104: Mapa de uso de suelo Subcuenca Río Jesús

Fuente: Propia con información del (Sistema Nacional de Información Territorial, 2019)

Tabla 86: Áreas y Porcentaje de Impermeabilidad de la Subcuenca.

Uso de Suelo	AREA (m2)	% Área Impermeable	%Área Permeable	Área *%Impermeable	Área *%Permeable
Urbano	1,195,142	95%	5%	1,135,385	59,757
Tierra cultivada	5,165,398	54%	46%	2,789,315	2,376,083
Bosque	905,614	10%	90%	90,561	815,053
	7,266,154			4,015,261	3,250,893

Fuente: Propia.

$$\%Impermeabilidad = \frac{4,015,261}{7,266,154} = 55.26\%$$

A partir de la información anterior, se obtiene que la Subcuenca del Río Jesús tiene una impermeabilidad de un 55.26%.

Se determina el número de curva de esta subcuenca a partir de la tabla del Anexo 1 para cada uso de suelo, considerando un tipo de suelo “C” (suelos de altos contenido de arcillas), con el fin de obtener el número de curva ponderado para una Condición II (condición promedio o condiciones normales).

Tabla 87: Cálculo de número de curva para condición II (AMC II): condición promedio o condiciones normal.

Número de curva para Condición II (AMC II): condición promedio o condiciones normal (CN-II)			
Uso de Suelo	Área	CN [-]	Área *CN
Urbano	1,195,142	90	107,562,782
Tierra cultivada	5,165,398	88	454,555,009
Bosque	905,614	77	69,732,307
	7,266,154		631,850,098

Fuente: Propia.

$$CN(II)_{ponderado} = \frac{631,850,098}{7,266,154} = 86,96$$

Debido a que se requiere calcular el caudal para condiciones críticas, se realiza el ajuste para obtener la Condición III (AMC III) (suelos saturados), como se muestra a continuación.

Tabla 88: Cálculo de número de curva corregido Condición III (AMC III): en los últimos cinco días se ha presentado precipitación intensa, suelos saturados.

Número de curva corregido Condición III (AMC III): en los últimos cinco días se ha presentado precipitación intensa, suelos saturados			
Uso	Área	CN [-]	Área *CN
Urbano	1,195,142	95.39	114,006,635
Tierra cultivada	5,165,398	94.40	487,628,974
Bosque	905,614	88.51	80,152,077
	7,266,154		681,787,687

Fuente: Propia

$$CN(III)_{ponderado} = \frac{681,787,687}{7,266,154} = 93.83$$

De los cálculos anteriores, se obtiene un número de curva de 93.83 para una condición saturada del terreno.

Tiempo de Concentración.

Se estima el tiempo de concentración empleado la fórmula de Kirpich- Ramser a partir de la información.

$$t_c = 0.01947 L^{0.77} S^{-0.385}$$

$$t_c = 0.01947 * 4,612^{0.77} 0.104^{-0.385} = 30.82 \text{ minutos}$$

Tiempo de retardo.

Se estima el tiempo de retardo mediante la siguiente aproximación.

$$t_{lag} = 0.60 t_c$$

$$t_{lag} = 0.60 * 30.82 = 18.49 \text{ minutos}$$

Abstracciones Iniciales.

Se calcula la abstracción inicial (I_a), mediante la siguiente ecuación:

$$I_a = 0.2 \left(\frac{25400}{CN} - 254 \right)$$

$$I_a = 0.2 \left(\frac{25400}{93.83} - 254 \right) = 3.34 \text{ mm}$$

Hietograma de Diseño, Método de bloques alternos.

Se calcula la tormenta de diseño con el método de bloque alternos para un periodo de retorno de 100 años, para lo anterior se calcula la duración máxima de cada intervalo con la siguiente ecuación.

$$\Delta t < 0.29 t_{lag}$$

$$\Delta t < 0.29 * 18.49 = 5.36 \text{ min}$$

Por facilidad se considera un intervalo de tiempo de 5 minutos, el cual es menor al intervalo máximo, además se considera una duración de la tormenta de 30 minutos el cual es muy similar al periodo de retorno, esto con el fin de construir el hietograma de las tormentas.

A partir del documento “Curvas de Intensidad Duración Frecuencia de algunas estaciones meteorológicas automáticas” del Instituto Meteorológico Nacional del año 2011, se calcula la intensidad con la siguiente ecuación para la estación número 84-145, ubicada en la Escuela Centroamericana de Ganadería.

$$I = \frac{170.69 T^{0.107}}{D^{0.239}}$$

Tabla 89: Cálculo de intensidad y precipitación para construcción de hietograma de bloques alternos, Río Jesús.

Barra Gráfico	Tiempo (minutos)	Intensidad bloque bk (mm/h)	Precipitación (mm)
1	5	86.79	7.23
2	10	92.55	7.71
3	15	101.09	8.42
4	20	116.49	9.71
5	25	190.18	15.85
6	30	132.11	11.01
7	35	107.39	8.95
8	40	96.33	8.03
9	45	89.43	7.45
10	50	84.51	7.04

Fuente: Propia

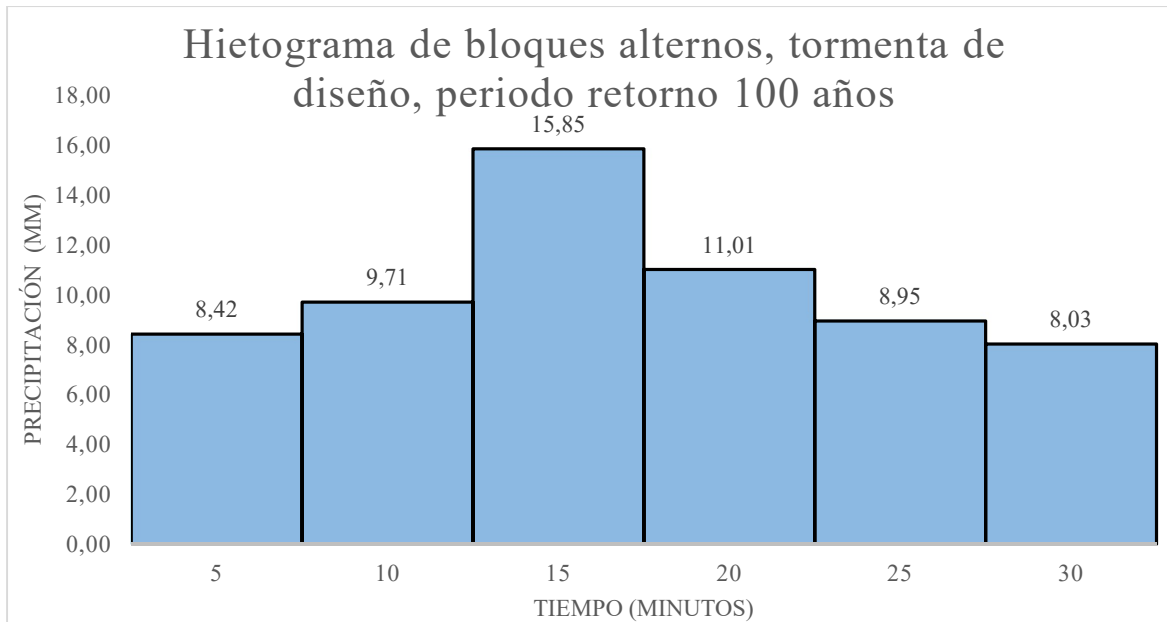


Ilustración 105: Hietograma de Bloques alternos para la cuenca sobre el Río Jesús.

Fuente: Propia

Determinación de caudales con el programa HEC-HMS

Como se aplicó en las subcuencas anteriores, se determina el hidrograma de la tormenta de diseño y su caudal pico, utilizando el programa HEC-HMS. A continuación, se presenta imágenes del proceso de modelación hidrológica.

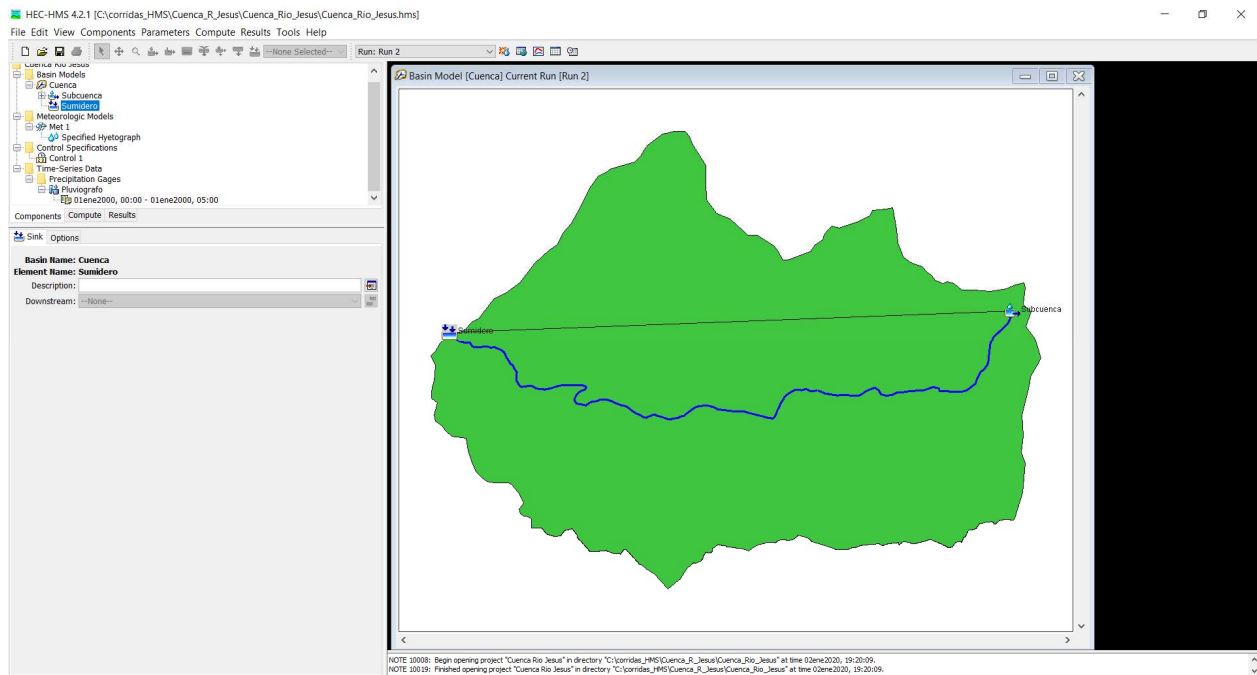


Ilustración 106: Modelo hidrológico de la Subcuenca en estudio.

Fuente: Propia

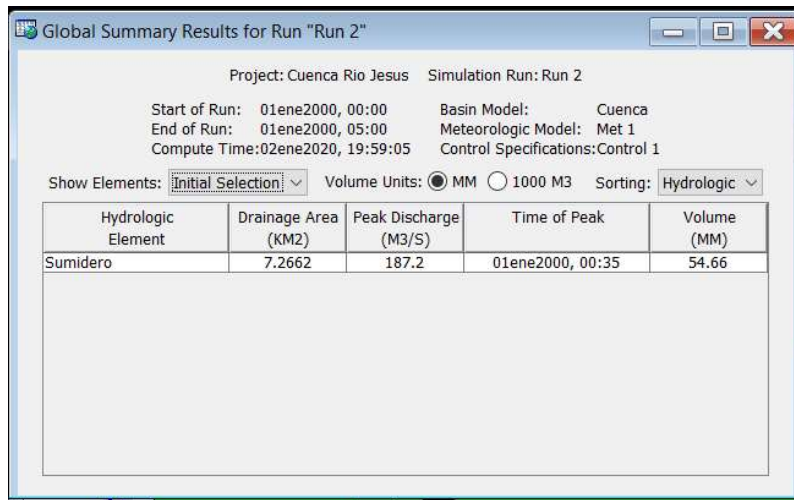


Ilustración 107: Imagen con los resultados obtenidos del caudal pico de descarga.

Fuente: Propia

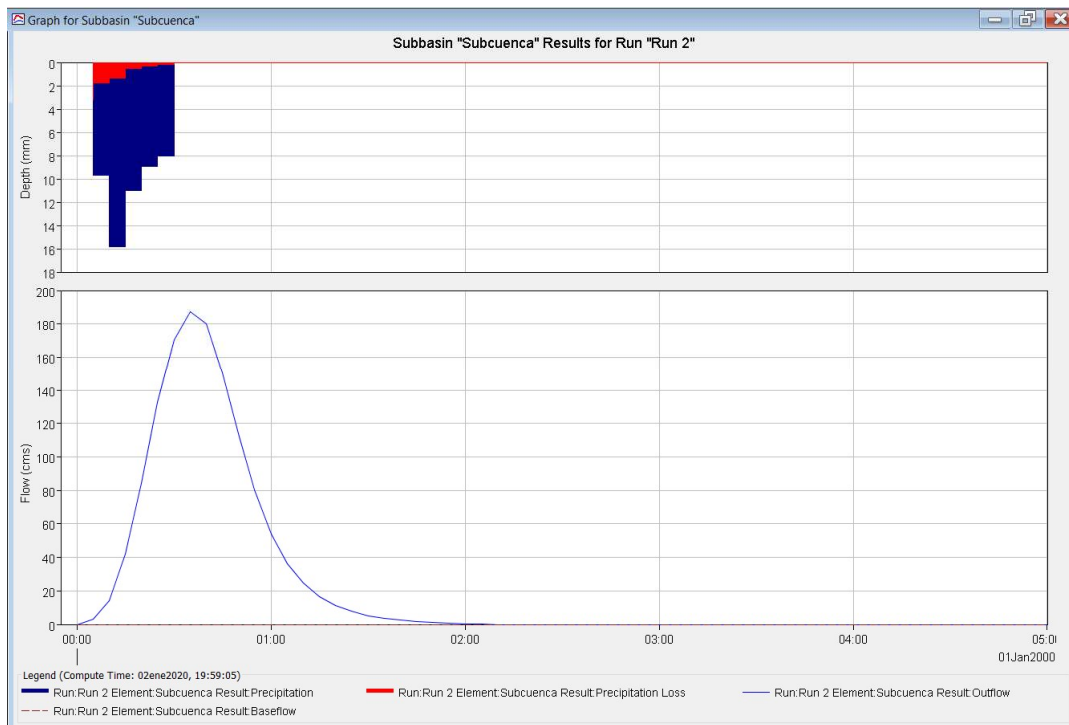


Ilustración 108: Hidrograma para una tormenta de 30 minutos.

Fuente: Propia

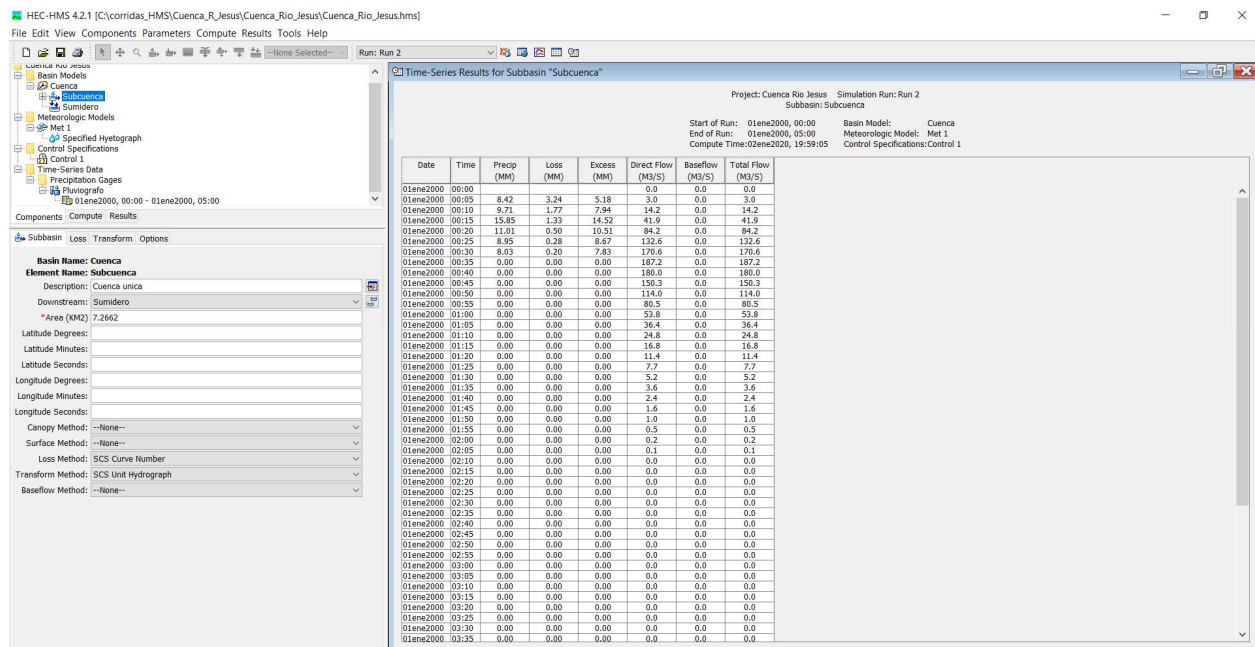


Ilustración 109: Resultados de la modelación hidrológica para la cuenca en estudio.

Fuente: Propia

Como se muestra en las ilustraciones anteriores, para una duración de la tormenta de 30 minutos se tiene un caudal pico de 187.2 m³/s.

Diseño hidráulico.

Para el diseño hidráulico, se genera las secciones transversales del Río Jesús a partir del modelo digital de terreno del programa InfraWorks. Con la información anterior, se modela el caudal de diseño con el programa Hec-ras, como se muestra en la Ilustración 110. Para este se consideró un coeficiente de Manning de 0.08 para el cauce y márgenes del río característico a “Ríos con tramos lentos, cauce enhierbados o con charcos profundos” (Villon B, 2007).

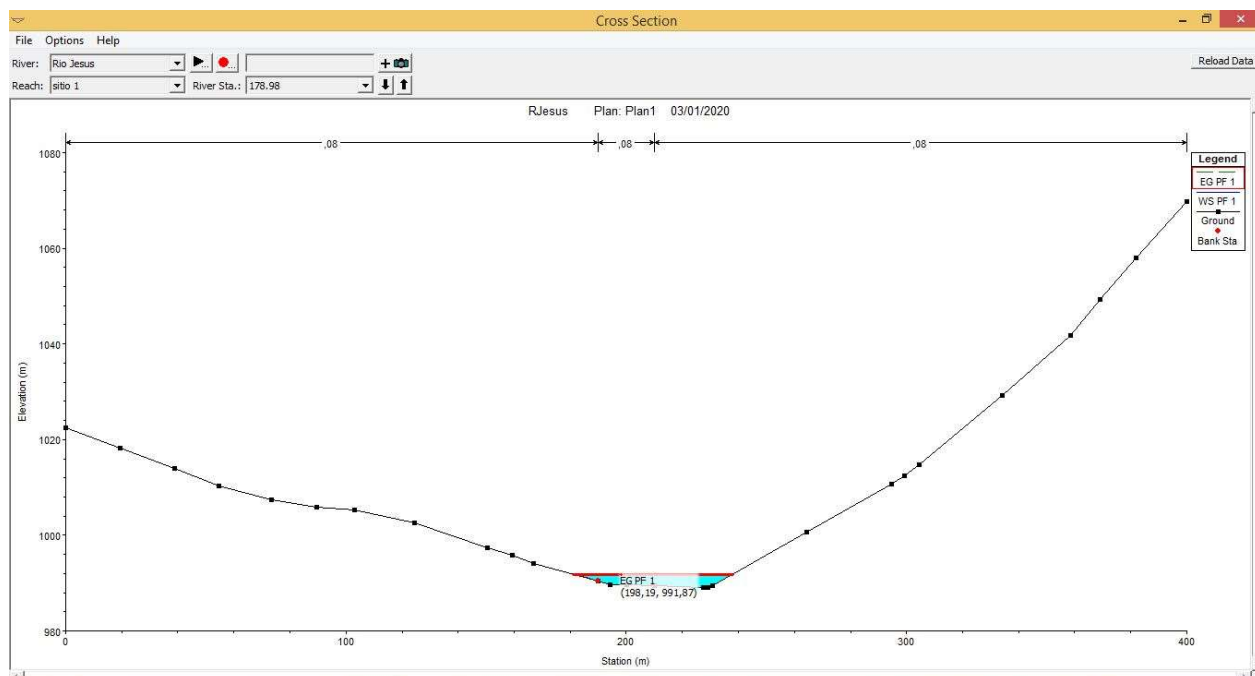


Ilustración 110: Modelo del comportamiento del Río Jesús con el caudal de diseño.

Fuente: Propia, generada con el programa Hec-ras.

A partir del modelo anterior, se obtiene que para el caudal de diseño se logra un tirante de agua con una elevación de 991.87 m.s.n.m, por ende, la elevación mínima de la parte inferior de la superestructura debe ser 993.37 m.s.n.m (bordo libre 1.5 m) (SIECA, 2016). A razón de la profundidad del cauce de este río, esta elevación se supera con facilidad como se muestra en Ilustración 111.

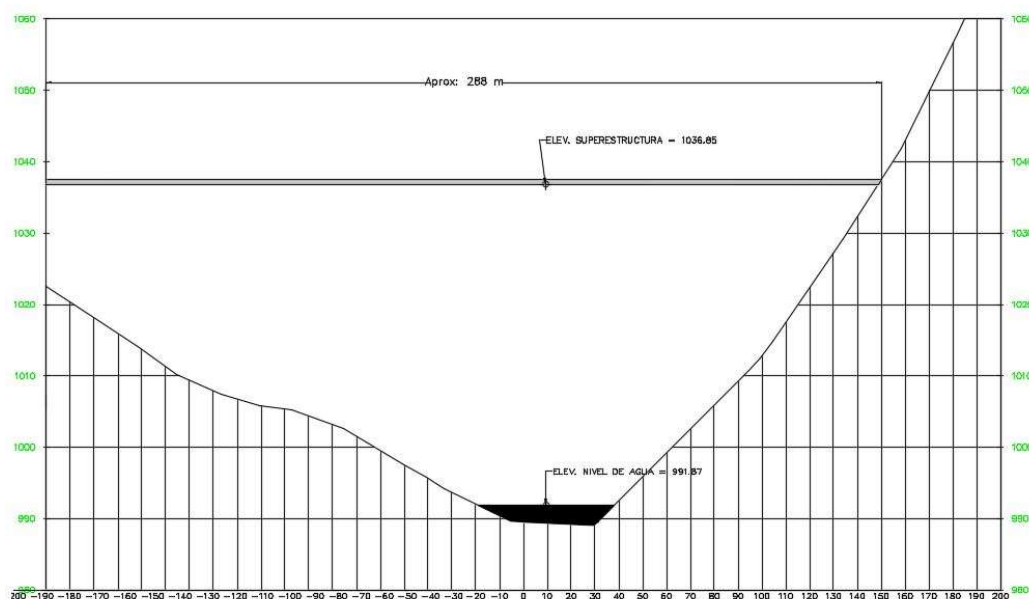


Ilustración 111: Sección transversal del Río Jesús.

Fuente: Propia, generada con el programa Civil 3D.

Tabla 90: Resumen de resultados de caudales obtenidos para las Subcuencas vulnerables a la Amenaza de Inundación.

Nombre	Área (m ²)	Tiempo de Concentración (min)	Caudal Pico (m ³ /s)	Elevación de la superestructura del puente (m.s.n.m.m)	Longitud mínima del puente (m)
Puente sobre el Río Machuca, Estación 6+764.48	136,293,950	173.75	2669.5	120.32	300
Puente sobre Río Grande, Estación 28+922.66	920,769	12.09	20.3	1132.93	60.81
Puente sobre Quebrada Grande, Estación 9+399.5	808,230	25.34	25.1	171.21	87.85
Puente sobre Río Grande, Estación 32+461.75	13,305,558	49.96	333.5	1051.54	240.48
Puente, sobre Río Jesús, Estación 26+263.0	7,266,155	30.82	187.2	1036.85	288

Fuente: Propia

4.2.4. Medidas para la reducción del riesgo a desastres naturales

A partir de los resultados de los apartados 4.1.1 y 4.1.2 de este documento y del diseño geométrico del corredor, se identifica las zonas del “Corredor de Interconexión Occidente” (CIVO) expuestas a los riesgos a desastres naturales, a continuación, se detallan cada una de estas:

4.2.4.1. Riesgo a Deslizamiento

El riesgo de deslizamiento en el CIVO como se determinó en el apartado 4.1.2.1 es muy alto, el cual con la construcción de esta carretera se puede incrementar su vulnerabilidad producto de los cortes de terrenos requeridos.

La zona comprendida en el denominado “Cerro del Aguacate” es la zona más vulnerable a esta Amenaza, la cual se ubica entre las estaciones 15+780 hasta 30+300 del alineamiento del corredor en estudio. En la Ilustración 112 se presenta la ubicación de las zonas vulnerables a deslizamiento.

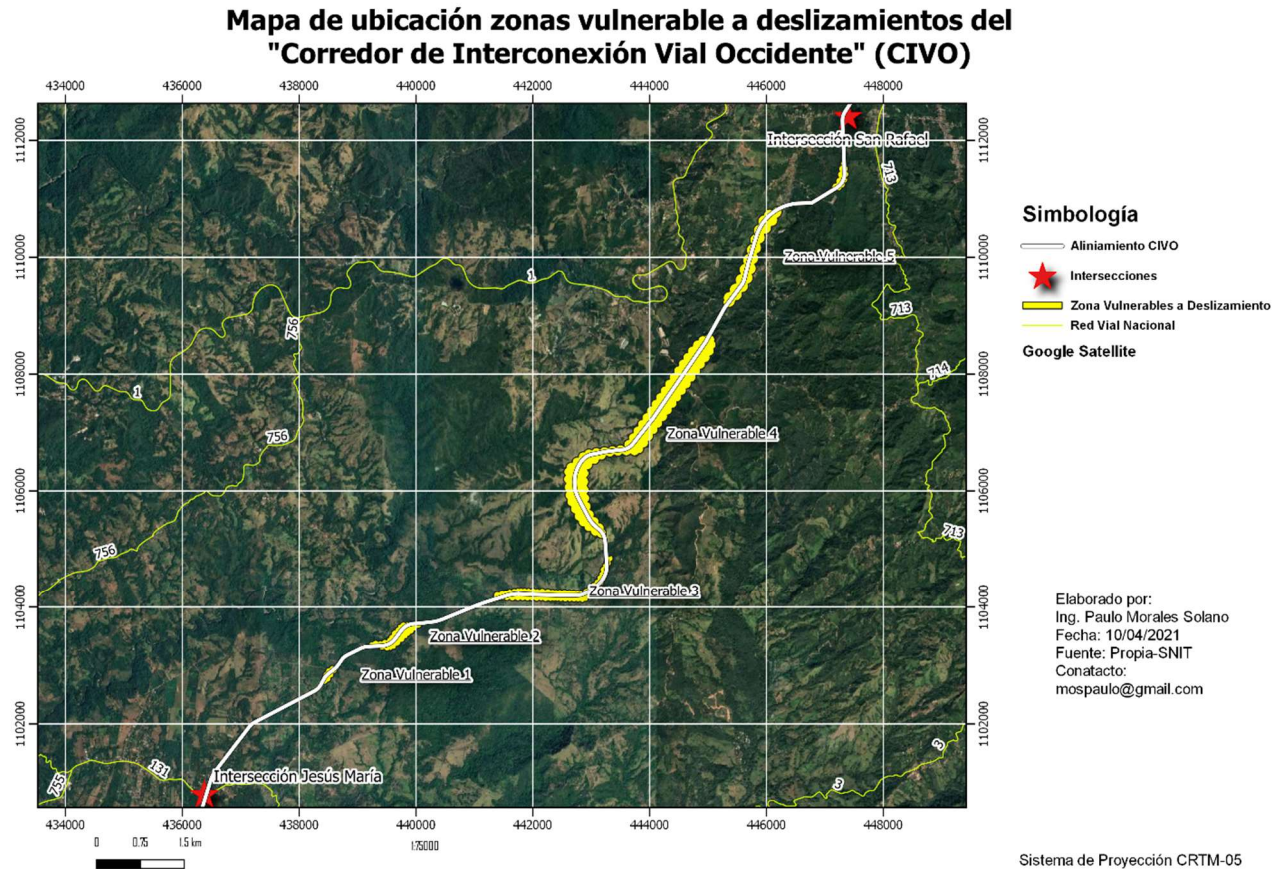


Ilustración 112: Zonas del CIVO vulnerables a la amenaza deslizamiento.

Fuente: Propia

Para disminuir la vulnerabilidad en esta zona, se recomienda realizar obras de estabilización de los taludes que se generan producto del movimiento de tierra, las cuales en etapa de diseño se deberán realizar a partir de estudios geotécnicos y con topografía de detalle. A continuación, se detallan las obras de mitigación recomendadas para disminuir la vulnerabilidad al deslizamiento.

Tabla 91: Obras de Mitigación riesgo a deslizamiento.

Zona	Estaciones	Lado	Movimiento de Tierra	Tipo de suelo considerado	Altura máxima del Talud	Pendiente del Talud	Recomendación
1	15+360 – 15+780	Derecho e Izquierdo	Corte	Limo-Arcilloso	30 metros	1.2:1	Realizar una estabilización de los taludes con bermas con un ancho de 2.5 metros de ancho por cada 7 metros de altura con sus respectivas contracunetas y obras de vegetación del talud.
2	16+400 – 18+480	Derecho e Izquierdo	Corte	-Suelo: Limo-Arcilloso	40 metros	1.2:1	Realizar una estabilización de los taludes con bermas con un ancho de 2.5 metros de ancho por cada 7 metros de altura con sus respectivas contracunetas y obras de vegetación del talud.
3	18+880 – 20+550	Derecho e Izquierdo	Corte	-Suelo: Limo-Arcilloso -Roca Formación Grupo aguacate.	50 metros	1.2:1	Realizar una estabilización de los taludes con bermas con un ancho de 2.5 metros de ancho por cada 7 metros de altura con sus respectivas contracunetas y obras de vegetación del talud.
3	20+550 – 21+120	Derecho e Izquierdo	Corte	-Suelo: Limo-Arcilloso -Roca Formación Grupo aguacate.	60 metros	1.2:1	Realizar una estabilización de los taludes con bermas con un ancho de 2.5 metros de ancho por cada 7 metros de altura con sus respectivas contracunetas y obras de vegetación del talud.
4	21+420 – 22+150	Derecho e Izquierdo	Corte	-Suelo: Limo-Arcilloso -Roca Formación Grupo aguacate.	120 metros	1.2:1	Realizar una estabilización de los taludes con bermas con un ancho de 2.5 metros de ancho por cada 7 metros de altura con sus respectivas contracunetas y obras de vegetación del talud.

Tabla 91: (continua) Obras de Mitigación riesgo a deslizamiento.

Zona	Estaciones	Lado	Movimiento de Tierra	Tipo de suelo considerado	Altura máxima del Talud	Pendiente del Talud	Recomendación
4	22+150 – 24+750	Derecho e Izquierdo	Corte	-Suelo: Limo-Arcilloso -Roca Formación Grupo aguacate.	73 metros	1.2:1	Realizar una estabilización de los taludes con bermas con un ancho de 2.5 metros de ancho por cada 7 metros de altura con sus respectivas contracunetas y obras de vegetación del talud.
4	23+311 – 24+137	Izquierdo	Relleno	-Material de Préstamo	18.87 metros	---	Construcción de Muro de Tierra Armada
4	24+750 – 26+200	Derecho e Izquierdo	Corte	-Suelo: Limo-Arcilloso -Roca Formación Grupo aguacate.	127 metros	---	Construcción de un Túnel vial en dos ductos.
5	26+794.87 – 28+740	Derecho e Izquierdo	Corte	-Suelo: Limo-Arcilloso -Roca	108 metros	1.2:1	Realizar una estabilización de los taludes con bermas con un ancho de 2.5 metros de ancho por cada 7 metros de altura con sus respectivas contracunetas y obras de vegetación del talud.
6	29+620 – 30+300	Derecho e Izquierdo	Corte	-Suelo: Limo-Arcilloso -Roca	46 metros	1.2:1	Realizar una estabilización de los taludes con bermas con un ancho de 2.5 metros de ancho por cada 7 metros de altura con sus respectivas contracunetas y obras de vegetación del talud.

Fuente: Propia

A continuación, se presenta en forma ilustrativa cada una de las medidas de mitigación recomendadas para disminuir el riesgo a deslizamientos.

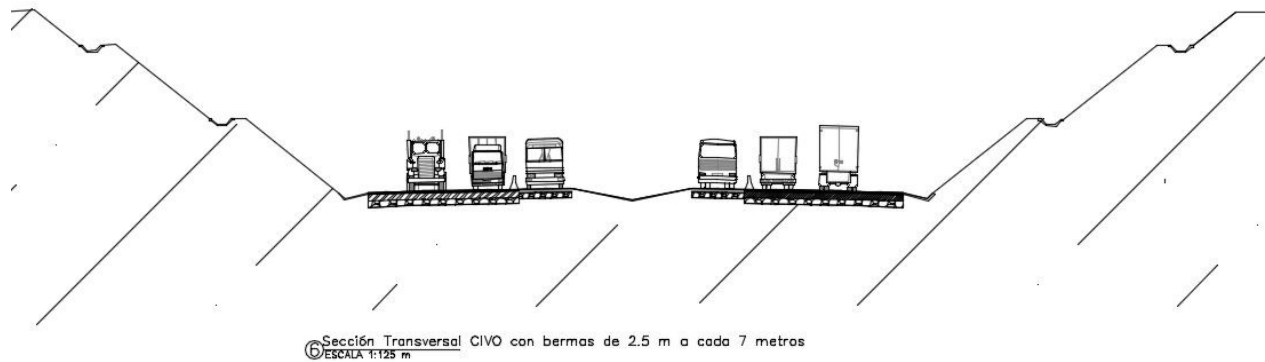


Ilustración 113: Estabilización de los taludes con bermas con un ancho de 2.5 metros de ancho por cada 7 metros de altura, con sus respectivas contracunetas y obras de vegetación del talud.

Fuente: Propia

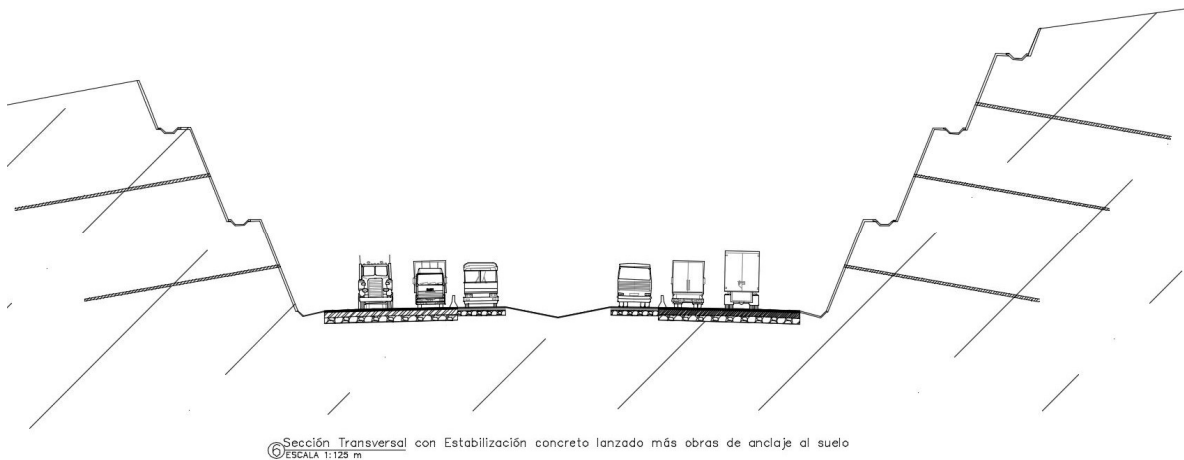


Ilustración 114: Estabilización opcional de los taludes con concreto lanzado más obra de anclaje al suelo, con bermas con un ancho de 2.5 metros de ancho por cada 7 metros de altura.

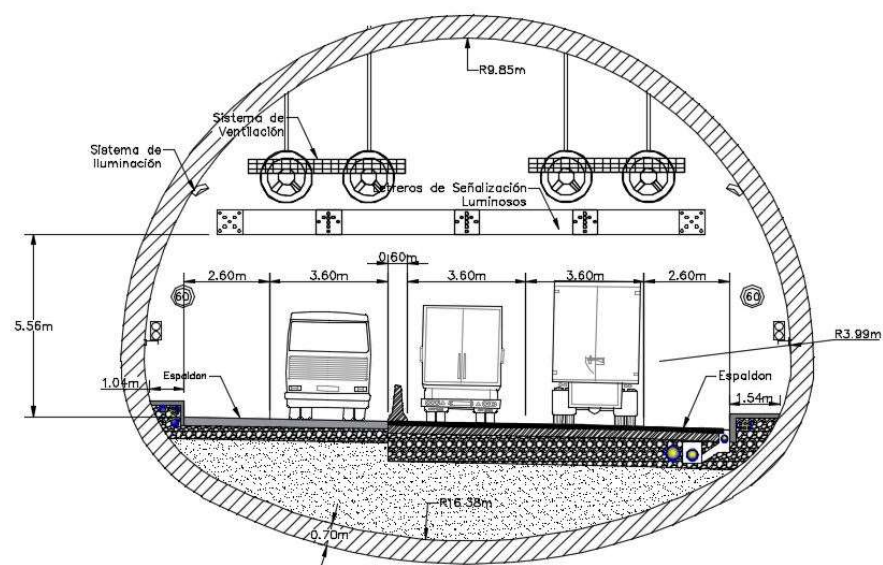
Fuente: Propia

Para el diseño del túnel vial al no tenerse especificaciones para Costa Rica, se estudia las especificaciones técnicas para de países suramericanos y organismos internacionales como la Unión Europea, a continuación, se presenta las principales características geométricas consideradas al túnel del CIVO.

Tabla 92: Características geométricas de los Túneles Viales.

Descripción	Parámetro de Diseño	Justificación	Referencia Bibliográfica
Cantidad de Ductos	2	Debido a que la previsión TPDA en 15 años del CIVO es mayor a 10,000 vehículos por día por carril	(Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 2004)
Pendiente longitudinal	4.63%	Debido a que la zona es montañosa y la máxima pendiente es de 5% para túneles mayores a 1000 metros, a razón que los gases contaminantes de los vehículos encarecen el sistema de ventilación	(Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, 2004) (Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú, 2016)
Longitud	Túnel Derecho: 1453 metros. Túnel Izquierdo: 1447 metros.	Para reducir el riesgo de deslizamiento de los taludes vecinos a la carretera.	No Aplica
Gálibo	5.56 metros	Mínimo 5.5 metros	(Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú, 2016)
Aceras	1.54 metros	Mínimo 1.5 metros	(Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú, 2016)
Carril de Emergencia (Espaldón)	2.60 metros	Mínimo 1.5 metros	(Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú, 2016)

Fuente: Propia



① Detalle de Túnel Derecho Corredor CIVO
ESCALA 1:125 m

Ilustración 115: Túnel vial Derecho.

Fuente: Propia



Ilustración 116: Túneles viales de CIVO.

Fuente: Propia

A continuación, se presenta ilustraciones donde se muestra el terreno existente y el terreno con la construcción del “Corredor de Interconexión Occidente” en donde se presenta la magnitud de las obras a construir con el fin de mitigar el riesgo de deslizamiento.



Ilustración 117: Región vulnerable a la amenaza deslizamiento, Estaciones 15+360-15+780.

Fuente: Propia

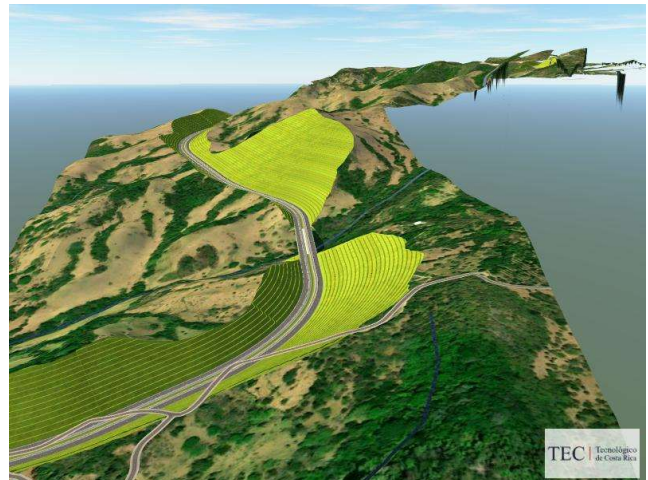


Ilustración 118: Región vulnerable a la amenaza deslizamiento, Estaciones 16+400-21+120.

Fuente: Propia

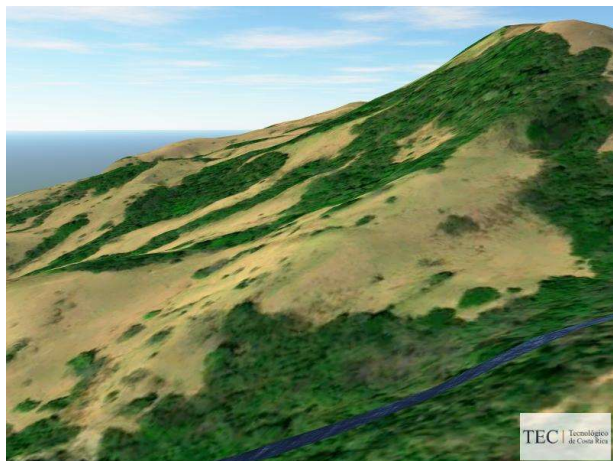


Ilustración 119: Región vulnerable a la amenaza deslizamiento, Estaciones 21+420-24+200.

Fuente: Propia

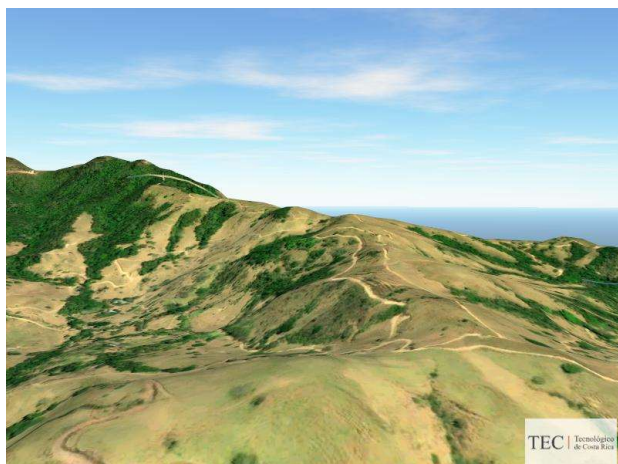


Ilustración 120: Región vulnerable a la amenaza deslizamiento, Estaciones 24+200-26+200.

Fuente: Propia

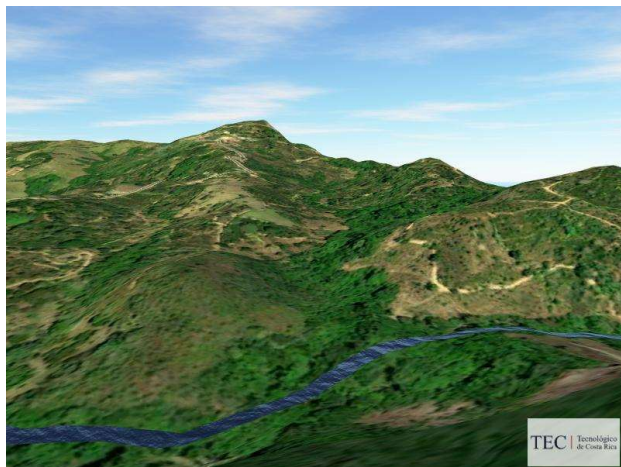


Ilustración 121: Región vulnerable a la amenaza deslizamiento, Estaciones 26+600-28+740.

Fuente: Propia

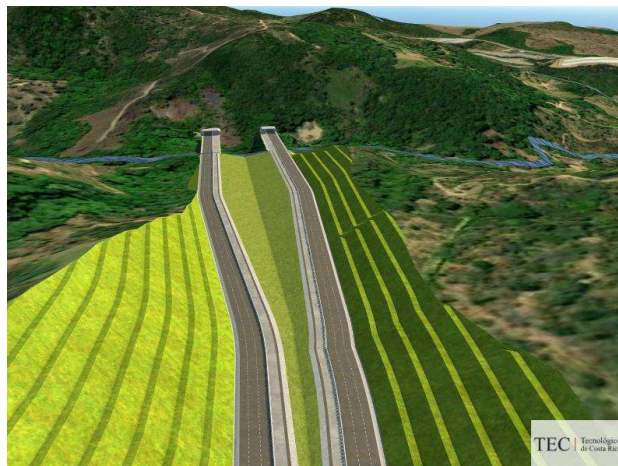
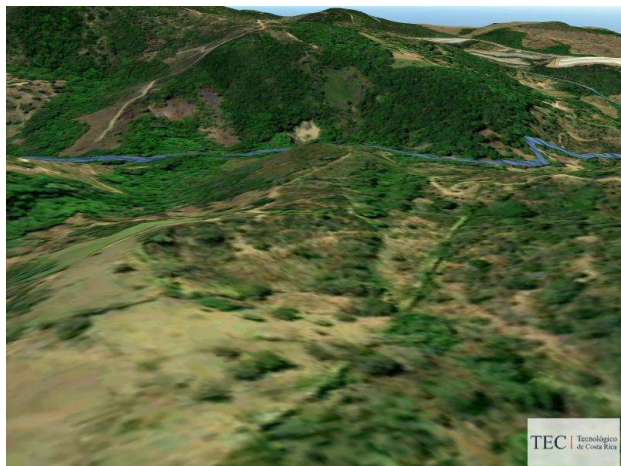


Ilustración 122: Región vulnerable a la amenaza deslizamiento, Estaciones 26+600-28+740.

Fuente: Propia

4.2.4.2. Inundación

Como se determinó en el apartado 4.1.2.2 los Ríos Quebrada Grande (estación 9+399.5), Río Grande (estación 28+922.66) y el Río Grande (estación 32+461.75) tienen un nivel de amenaza de Inundación “Alto”

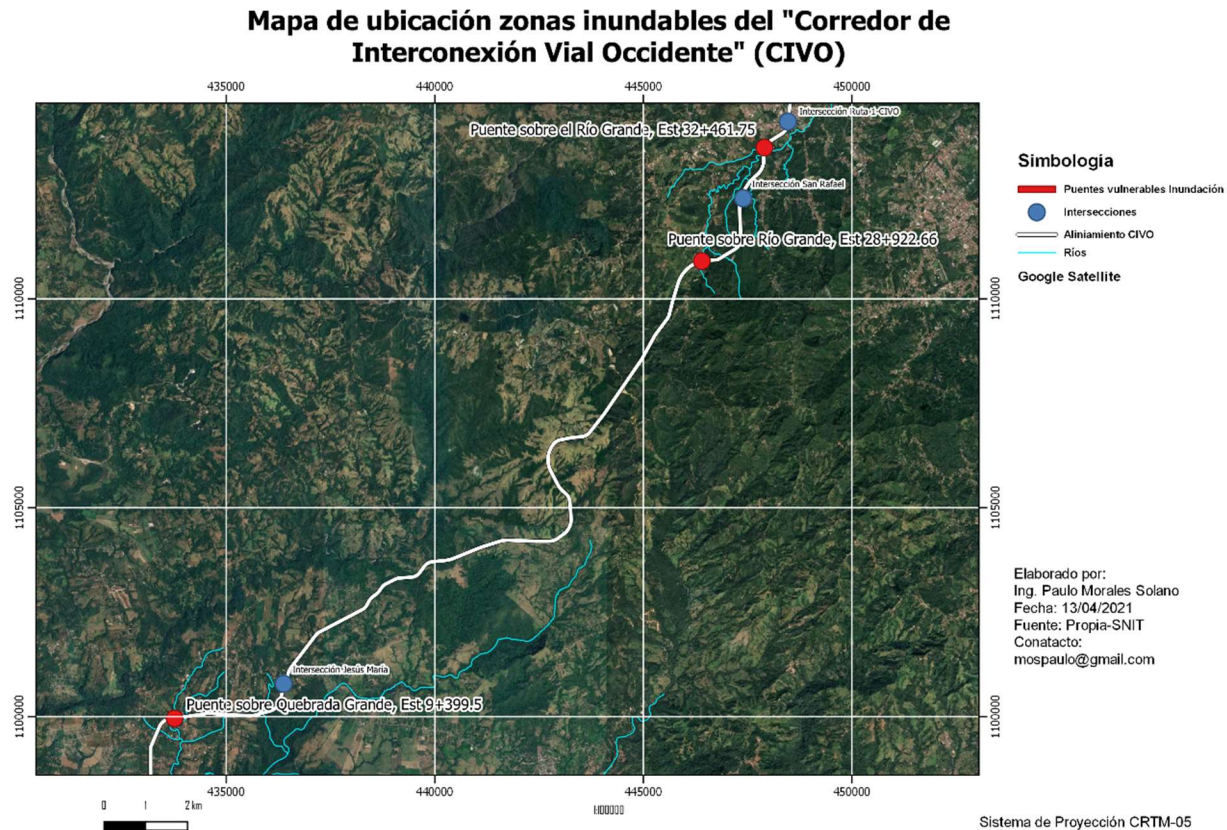


Ilustración 123: Zonas vulnerables del CIVO a la Amenaza de Inundación.

Fuente: Propia

A partir de los resultados del apartado 4.2.3 se obtiene que el CIVO requiere que la superestructura del puente sea situada como mínimo a las elevaciones indicadas en la siguiente tabla para evitar el riesgo de inundación:

Tabla 93: Resumen de resultados de caudales obtenidos para las Subcuencas vulnerables a la Amenaza de Inundación.

Nombre	Elevación de la superestructura del puente (m.s.n.m.m)	Longitud del puente (m)
Puente sobre el Río Machuca, Estación 6+764.48	120.32	300
Puente sobre Río Grande, Estación 28+922.66	1132.93	60.81
Puente sobre Quebrada Grande, Estación 9+399.5	171.21	87.85
Puente sobre Río Grande, Estación 32+461.75	1051.54	240.48
Puente, sobre Río Jesús Estación 26+263.0	1036.85	288

Fuente: Propia

4.2.4.3. Alud Torrencial

Como se indicó en el apartado 4.1.2.3, se identifica que en el Puente sobre el Río Machuca (Estación 6+764.48) existe vulnerabilidad a esta amenaza, el cual al tener este río un cauce profundo y ancho se considera poco probable que afecte la superestructura.

Como medida de mitigación se recomienda que las pilas del puente se deben diseñar estructural para soportar carga lateral producto del arrastre de lodo y roscas. A continuación, se muestra las dimensiones del cauce y la altura de las pilas del puente sobre el Río Machuca en donde se puede observar lo indicado anteriormente.



Ilustración 124: Región vulnerable a la amenaza Alud Torrencial, Estación 6+764.48.

Fuente: Propia

4.2.4.4. Volcánica

Como se indicó en el apartado 4.1.2.4 se considera que el "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO) no presenta el riesgo a ser afectado por la amenaza por actividad volcánica, por ende, no requiere de medidas para reducción del riesgo.

4.2.4.5. Sísmica

Como se indicó en el apartado 4.1.2.5, se identificó que el CIVO tiene el riesgo de ser afectado por actividad sísmica al tener un nivel de amenaza "Alto". Como medida de mitigación para reducción del riesgo, se recomienda que la infraestructura vial a construir, por ejemplo, puentes, alcantarillas, muros de retención, taludes, terminales del sistema BRT, entre otros, se diseñen sísmicamente en función de su importancia, a partir de las especificaciones nacionales vigentes.

4.2.4.6. Tsunami

Como se indicó en el apartado 4.1.2.6, se considera que el "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO) no presenta el riesgo a ser afectado por la amenaza de Tsunami, por ende, no requiere de medidas para reducción del riesgo.

4.2.5. Diseño de pavimentos

Para realizar el diseño de pavimentos se utiliza información de los estudios de emplazamiento y el Plan Maestro del “Aeropuerto Internacional Metropolitano”, de este estudio se obtiene información de la subrasante considerada para el diseño de pavimentos Aeroportuarios del aeropuerto de Orotina, la cual consiste en:

- Tipo de suelo: Suelo de origen residual o latéuticos (suelo de color rojizo intenso)
- Clasificación SUCS: Limos arcillosos de alta compresibilidad (MH)
- CBR: entre 3 a 7.

Para el caso de los pavimentos del CIVO se tomaron las siguientes consideraciones con el fin de obtener la alternativa más económica:

- Los carriles de vehículos mixtos se construirán en pavimento semirrígido.
- Los carriles de vehículos mixtos se construirán en pavimento flexible, con el fin de contrastar con la solución de pavimento semirrígido.
- Los carriles del BRT se construirán en pavimento rígido, esto debido que se ha tenido mejor resultado en otros países con carriles de BRT en pavimento rígido (Wright & Hook, 2010) y así evitar rehabilitaciones en un corto o mediano plazo en los carriles de BRT que puedan afectar el funcionamiento de este sistema de transporte.

4.2.5.1. Diseño de Pavimentos en carriles Mixtos

Para el diseño de pavimentos los carriles mixtos se realiza dos diseños de pavimentos (pavimento flexible y pavimento semirrígido), con el fin de comparar la mejor solución económica para el corredor CIVO

Por otra parte, se considera que en toda su longitud del corredor vial se tiene al menos un CBR de 4, el cual representa un módulo de rigidez promedio de 6000 psi, además se diseña considerando conservadoramente que se cumple el Escenario 1 del uso del BRT mostrado en el apartado anterior (el 10% de las personas que se traslada en vehículo liviano se trasladan ahora en BRT) obteniéndose una mayor cantidad de tráfico vehicular por los carriles mixtos.

a) Pavimento Semirrígido

Par el diseño del pavimento semirrígido se aplica la metodología de diseño estructural AASHTO 1993 (ver Anexo 12) considerando los siguientes parámetros:

- Periodo de Diseño: 20 años
- Cantidad de ejes equivalentes: 14 571 181 de ejes equivalentes duales de 8.2 toneladas.
- Confiabilidad (R): 90% al ser una Ruta Arterial de importancia para el país.
- Desviación Estándar: 0.45 para pavimento Semirrígido
- Índice de servicio Inicial (Po): 4.3 para pavimento Semirrígido
- Índice de servicio Terminal (Pt): 2.5 ya que se considera una ruta principal.
- Su rasante:
 - CBR: 4

- Módulo Rigidez: 6 000 psi
 - Número estructural (Sn): 5.52
- Sub base:
 - CBR: 30
 - Módulo Rigidez: 15 000 psi
 - Coeficiente estructural (a): 0.108
 - Número estructural (Sn): 4.07
 - Coeficiente de drenaje: 0.80
- Base estabilizada con cemento
 - Resistencia a la compresión 7 días: 30 kg/cm² (400 psi)
 - Módulo Rigidez: 600 000 psi
 - Coeficiente estructural (a): 0.15
 - Número estructural (Sn): 0.90
 - Coeficiente de drenaje: 0.80
- Carpeta Asfáltica:
 - Estabilidad de la Mezcla: 8000 N (1800 lb)
 - Módulo Rigidez: 400 000 psi
 - Coeficiente estructural: 0.41

A partir de lo anterior, se obtiene los siguientes espesores de pavimento.

Capa	Espesor (cm)
Carpeta Asfáltica	13
Base Estabilizada con Cemento	42
Sub Base	43
Sub Rasante	Infinito

b) Pavimento Flexible

Par el diseño del pavimento flexible se aplica la metodología de diseño estructural AASHTO 1993 (ver Anexo 13) considerando los siguientes parámetros:

- Periodo de Diseño: 20 años
- Cantidad de ejes equivalentes: 14 571 181 de ejes equivalentes duales de 8.2 toneladas.
- Confiabilidad (R): 90% al ser una Ruta Arterial de importancia para el país.
- Desviación Estándar: 0.45 para pavimento flexible
- Índice de servicio Inicial (Po): 4.2 para pavimento flexible
- Índice de servicio Terminal (Pt): 2.5 ya que se considera una ruta principal.
- Su rasante:
 - CBR: 4
 - Módulo Rigidez: 6 000 psi
 - Número estructural (Sn): 5.62
- Sub base:
 - CBR: 30

- Módulo Rigidez: 15 000 psi
 - Coeficiente estructural (a): 0.108
 - Número estructural (Sn): 4.12
 - Coeficiente de drenaje: 0.80
- Base granular
 - CBR: 80
 - Módulo Rigidez: 28 000 psi
 - Coeficiente estructural (a): 0.13
 - Número estructural (Sn): 3.27
 - Coeficiente de drenaje: 0.80
- Carpeta Asfáltica:
 - Estabilidad de la Mezcla: 8000 N (1800 lb)
 - Módulo Rigidez: 400 000 psi
 - Coeficiente estructural: 0.41

A partir de lo anterior, se obtiene los siguientes espesores de pavimento.

Capa	Espesor (cm)
Carpeta Asfáltica	21
Base Granular	20
Sub Base	42
Sub Rasante	Infinito

4.2.5.2. Diseño de Pavimentos en carriles del BRT

Para el diseño de los pavimentos de los carriles de BRT se considera que en toda su longitud del corredor vial se tiene un módulo de rigidez promedio de 6000 psi, el cual conservadoramente se considera que su espesor es semi-infinita, es decir no existe estrato rígido que mejore módulo de reacción de la subrasante, además se diseña considerando conservadoramente que se cumple el Escenario 3 del uso del BRT mostrado en el apartado anterior (el 30% de las personas que se traslada en vehículo liviano se trasladan ahora en BRT) obteniéndose una mayor cantidad de tráfico de BRT por estos carriles.

Se aplica la metodología de diseño estructural AASHTO 1993 (ver Anexo 14) considerando los siguientes parámetros:

- Periodo de Diseño: 20 años
- Cantidad de ejes equivalentes: 1 745 007 de ejes equivalentes duales de 8.2 toneladas.
- Confiabilidad (R): 90% al ser una Ruta Arterial de importancia para el país.
- Desviación Estándar: 0.35 para pavimento Rígido
- Índice de servicio Inicial (Po): 4.5 para pavimento Rígido

- Índice de servicio Terminal (Pt): 2.5 ya que se considera una ruta principal.
- Coeficiente de drenaje (C_d): regular, 0.9
- Coeficiente de Transferencia (J): unido a espaldones de concreto y carril de asfalto, 3.2
- Sub base:
 - CBR: 30
 - Módulo Rigidez: 15 000 psi
 - Espesor de Sub base: 20 cm (8 pulgadas)
- Su rasante:
 - CBR: 4
 - Módulo Rigidez: 6 000 psi
 - Módulo de reacción en la capa de apoyo corregido por pérdida de soporte (k): 35 pci
- Losa de concreto hidráulico:
 - Espesor supuesto inicial: 20 cm
 - Módulo Rigidez: 4000 000 psi (27 600 Mpa)
 - Módulo de Ruptura (S_c): 650 psi (4.57 Mpa)
 - Resistencia a la compresión ($f'c$): 4968 psi (350 kg/cm²)

A partir de lo anterior, se obtiene los siguientes espesores de pavimento.

Capa	Espesor (cm)
Losa de Concreto Hidráulico	22
Sub Base	20
Sub Rasante	Infinito

4.2.6. Sección Transversal

Debido que el "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO) se considera una vía importante para el desarrollo de la región occidental, al comunicar a los cantones de San Ramón y la zona norte del país con el nuevo Aeropuerto de Orotina y al ubicarse esta carretera en una zona rural con topografía en su mayoría montañosa, se considera que este corredor debe tener las dimensiones de un “Conector de Integración Territorial” según el PNT 2011-2035 como mínimo.

Por otra parte, a nivel funcional a partir del “Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras” este corredor se puede categorizar como una “Arteria Rural” (AR), debido a la importancia de esta ruta para el desarrollo del nuevo Aeropuerto de Orotina y por la necesidad de contar con un acceso controlado al corredor. A partir de lo anterior, este corredor deberá estar conformado por los siguientes elementos en su sección transversal según (SIECA, 2011):

Tabla 94: Elementos y dimensiones de la sección transversal del CIVO.

Elemento de la carretera	Normativa Nacional (SIECA, 2011)	Dimensiones Seleccionadas	Justificación
Carril vehicular	Ancho: 2.75-3.60	Ancho: 3.60 m en la carretera y un ancho 3.60 m en puentes y en túnel.	Se selecciona este ancho con el fin de proveer una separación adecuada entre vehículos pesados y así brindar mayor seguridad y confort en la conducción.
Carril vehicular	Pendiente Transversal: 1.5%-2.0%	2.0%	Debido a que el Corredor se ubica mayormente en una zona lluviosa, se selecciona una pendiente de 2,0%, con el fin de drenar correctamente el agua de la calzada.
Ancho Carril BRT	Ancho: 2.75-3.60	Ancho: 3.60 m en todo su carril	Ancho de carril Típico del BRT en otras latitudes (Wright & Hook, 2010).
Hombros o Espaldones Externo	Ancho: 2.50-3.0 m	2.90 m para el CIVO	Se selecciona este ancho para albergar vehículos pesados que sufrieron desperfectos mecánicos en el caso del CIVO.
Hombros o Espaldones Externos e Internos	Pendiente Transversal: 2%-6%	4%	Debido a que el Corredor se ubica mayormente en una zona lluviosa, se selecciona una pendiente de 4,0%, con el fin de drenar correctamente el agua superficial.

Tabla 94: (continuación) Elementos y dimensiones de la sección transversal del CIVO.

Elemento de la carretera	Normativa Nacional (SIECA, 2011)	Dimensiones Seleccionadas	Justificación
Hombros Internos	Ancho:1.0-1.5 m	1.0	Para brindar un espacio para vehículos que sufren desperfectos y brindar confinamiento al pavimento.
Aceras	Ancho 1.20-2.0 m	Ancho zona urbana: 1.2 a 2.0 m, dependiendo de la cantidad de peatones. Ancho zona Rural: 1.20 m o sin acera.	Dependiendo de la zona y el posible flujo de peatones.
Mediana	Ancho 4-12 m	Ancho 8 m	La mediana brinda un área de recuperación para vehículos que han perdido el control, minimiza el encandilamiento de las luces y como ancho de reserva para futuras ampliaciones.
Mediana	Pendiente: 6:1 o 4:1	5:1	Debido a que brinda seguridad en caso de que un vehículo se salga de la vía.
Taludes de corte (Zona Rural)	Pendiente 1.5:1 – 1:1	1.25:1	Se escoge 1.25:1 debido a que se considera un suelo Limo Arcilloso de acuerdo (Mott MacDonald, 2017)..
Taludes de Relleno (Zona Rural)	Pendiente 2:1-1.5:1	1.5:1	Se escoge 1.5:1 debido a que se considera que los rellenos se van a realizar con suelos seleccionados (Chocontá Rojas, 2008)

Tabla 94: (continuación) Elementos y dimensiones de la sección transversal del CIVO.

Elemento de la carretera	Normativa Nacional (SIECA, 2011)	Dimensiones Seleccionadas	Justificación
Taludes de corte (Zona Urbana)	Pendiente 1.5:1 – 1:1	1.5:1	Se escoge 1.5:1 debido a que se considera que los rellenos se van a realizar con suelos seleccionados (Chocontá Rojas, 2008)
Taludes de Relleno (Zona Urbana)	Pendiente 6:1 - 3:1	3:1	Se escoge esta pendiente porque es una pendiente “traspasable” que brinda seguridad con altura máxima de terraplén de 1.2

Fuente: Propia con información de (SIECA, 2011).

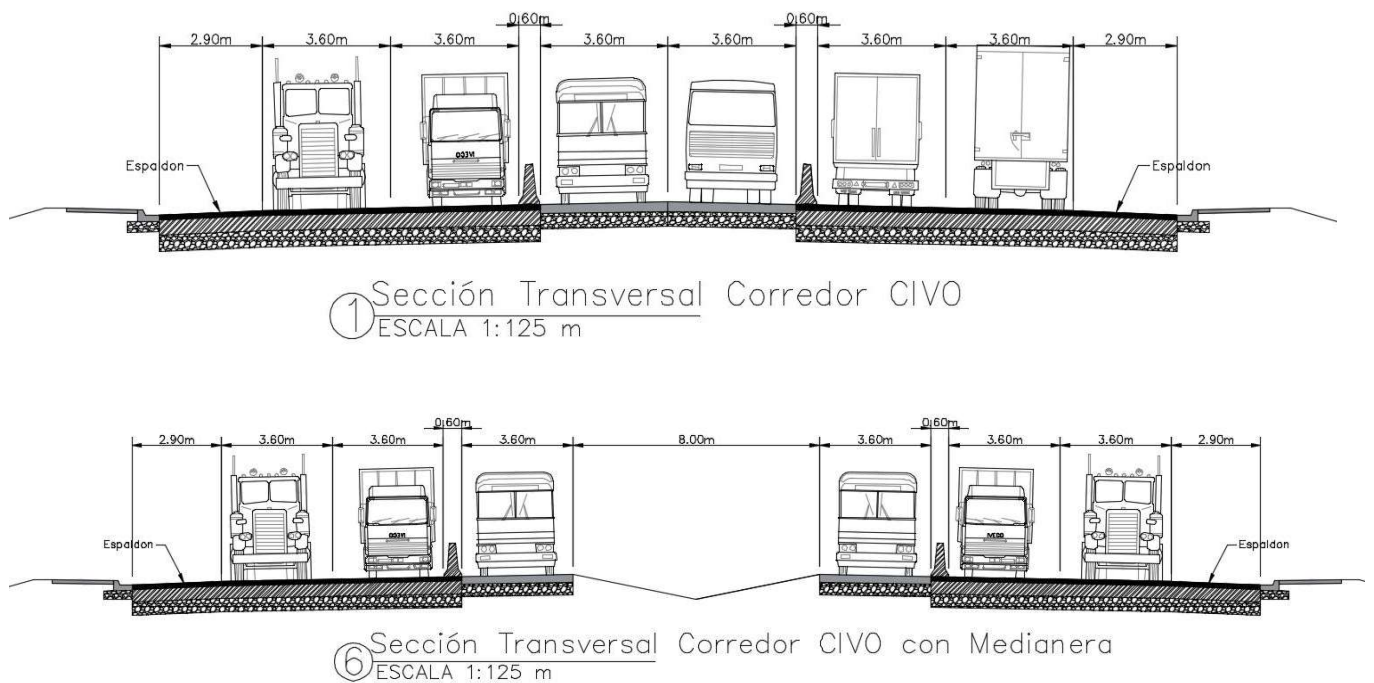


Ilustración 125: Sección transversal del CIVO

Fuente: Propia.

Para la ampliación de la calle de acceso al “Aeropuerto Internacional Metropolitano” se considera que esta debe cumplir con las dimensiones de una carretera tipo “Colector mayor Urbano” (CMU), debido a la importancia de esta ruta para el desarrollo del nuevo Aeropuerto de Orotina. A partir de lo anterior, este corredor deberá estar conformado por los siguientes elementos en su sección transversal según (SIECA, 2011):

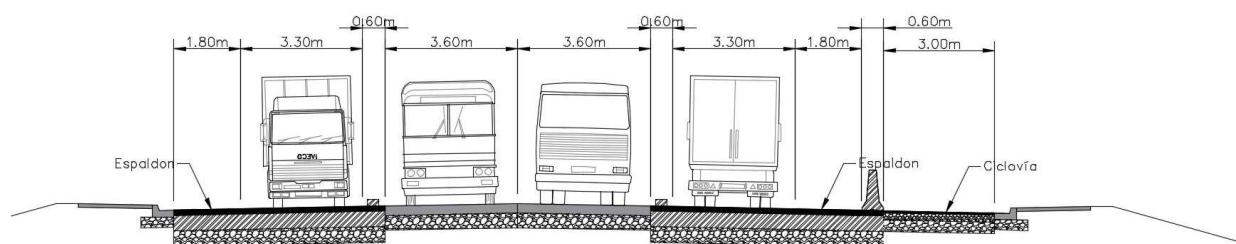
Tabla 95: Elementos y dimensiones de la sección transversal de la calle de acceso al “Aeropuerto Internacional Metropolitano”.

Elemento de la carretera	Normativa Nacional (SIECA, 2011)	Dimensiones Seleccionadas	Justificación
Carril vehicular	Ancho: 2.75-3.60	Ancho: 3.30 m en la carretera.	Se selecciona este ancho con el fin de proveer una separación adecuada entre vehículos pesados y así brindar mayor seguridad y confort en la conducción.
Carril vehicular	Pendiente Transversal: 1.5%-2.0%	2.0%	Debido a que el Corredor se ubica en una zona donde pueden presentarse lluvias intensas.
Ancho Carril BRT	Ancho: 2.75-3.60	Ancho: 3.60 m en todo su carril	Ancho de carril Típico del BRT en otras latitudes (Wright & Hook, 2010).
Hombros o Espaldones Externo	Ancho: 1.20-1.80 m	1.8 m	Se selecciona este ancho para albergar vehículos livianos que sufrieron desperfectos mecánicos.
Hombros o Espaldones Internos	Pendiente Transversal: 2%-6%	4%	Debido a que el Corredor se ubica en una zona que puede ocurrir lluvias intensas.
Hombros Internos	Ancho: 0.5-1.0 m	0.5	Espacio para brindar separación con carril del BRT

Tabla 95: (continuación) Elementos y dimensiones de la sección transversal de la calle de acceso al “Aeropuerto Internacional Metropolitano”.

Elemento de la carretera	Normativa Nacional (SIECA, 2011)	Dimensiones Seleccionadas	Justificación
Aceras	Ancho 1.20-1.5 m	En las cercanías del aeropuerto 2.0 m. En el resto del corredor 1.50 m	Dependiendo de la zona y el posible flujo de peatones.
Mediana	Ancho 2-6 m	Sin mediana	Esta área se va a disponer de carriles para el BRT.
Mediana	Pendiente: 6:1 o 4:1	No aplica	Esta área se va a disponer de carriles para el BRT.

Fuente: Propia con información de (SIECA, 2011).



③ Sección Transversal Calle Acceso Aeropuerto (Ruta Nacional 757)
ESCALA 1:125 m

Ilustración 126: Sección transversal de la calle de acceso al “Aeropuerto Internacional Metropolitano”.

Fuente: Propia.

4.3. Estudiar la infraestructura vial más adecuada para comunicar el Aeropuerto de Orotina con la ciudad de San Ramón aplicando conceptos de intermodalidad de los sistemas de transportes, sistemas BRT, automóviles y ciclovías.

Con el fin de tener una movilidad urbana eficiente, rápida y con redundancia, la infraestructura vial del "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO) debe integrar los sistemas de transporte público, aéreo y modos de transporte no motorizado (peatones y bicicletas), para esto se identificó las zonas donde los sistemas de transporte convergen con el CIVO y la calle de acceso al "Aeropuerto Internacional Metropolitano".

Para lo anterior, se realiza un análisis a partir de "Sistemas de información Geográfica" donde se determina de forma cualitativa las zonas probables de flujos de peatones, ciclistas, transporte público y vehículos mixtos. Esto a partir de la ubicación de los centros de población, rutas nacionales, aeropuerto, el trazo del alineamiento del corredor vial en estudio y los parámetros recomendados por diferentes investigaciones realizadas en peatones, ciclistas y Transporte público tipo BRT, en donde se estudió el comportamiento probable de los usuarios de estos sistemas de transporte.

4.3.1. Transporte no Motorizado

Para el Transporte no Motorizado se identificó 6 lugares estratégicos donde es probable que se produzca tránsito de peatones en el corredor en estudio, los cuales se muestran en la Ilustración 127 e Ilustración 128.

Para la movilidad peatonal se trazó un círculo con radio de influencia de 900 metros, la cual es la máxima distancia media que se considera que un peatón está dispuesto a recorrer (ver Tabla 2), lo que representa una duración aproximadamente entre 12 a 20 minutos de tiempo de caminata, lo anterior debido a factores ambientales como, por ejemplo, el clima cálido de los cantones de Orotina y San Mateo.

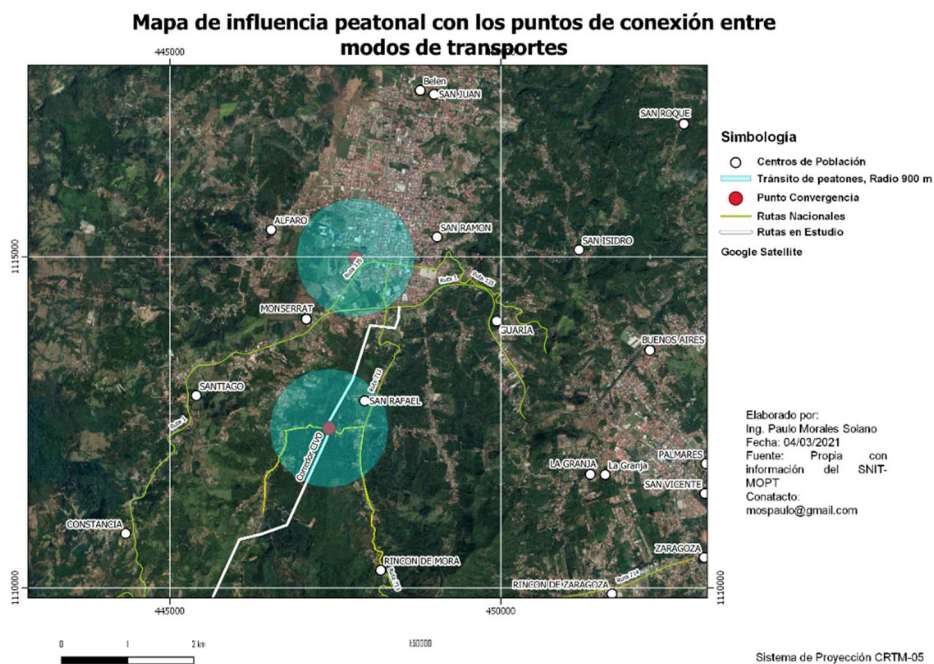


Ilustración 127: Ubicación de puntos de convergencia entre sistemas de transporte en el cantón de San Ramón.

Fuente: Propia con información del SNIT.

Mapa de influencia peatonal con los puntos de conexión entre modos de transportes

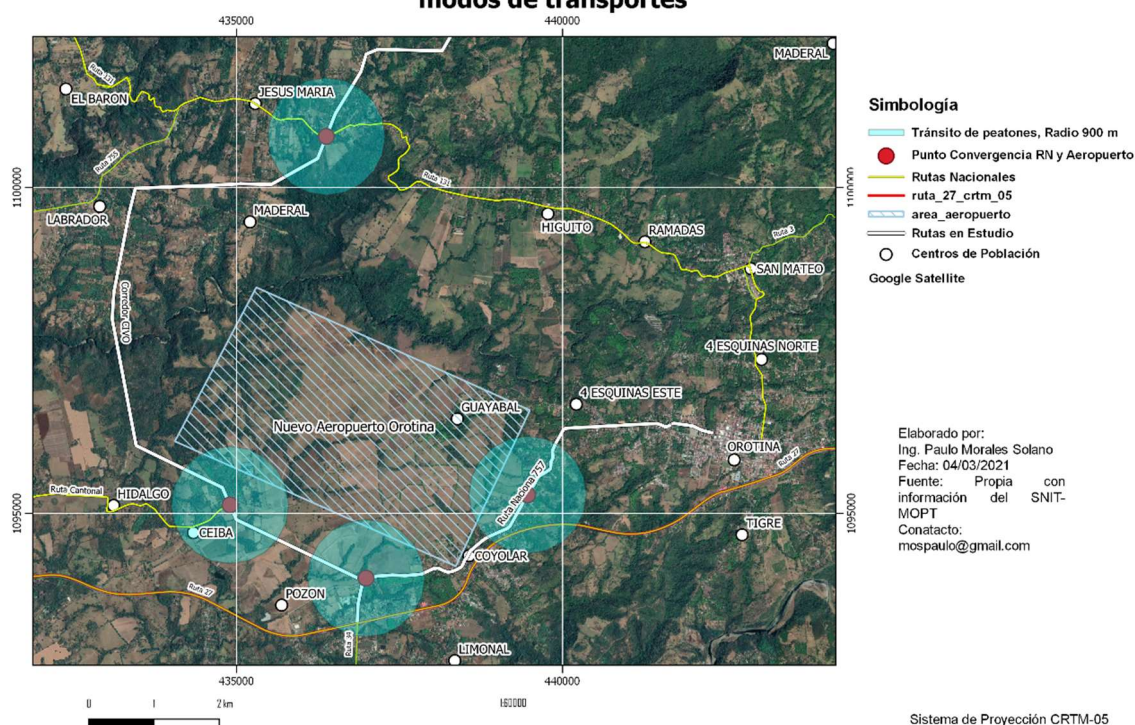


Ilustración 128: Ubicación de puntos de convergencia entre sistemas de transporte en el cantón de Orotina y San Mateo.

Fuente: Propia con información del SNIT.

A continuación, se presenta las principales rutas que requieren infraestructura peatonal, esto a partir de la distancia probable que un peatón está dispuesto a recorrer hasta una estación transporte público.

Tabla 96: Rutas demandantes de infraestructura para movilidad peatonal.

Ruta	Jerarquía de Ruta	Poblados servidos	Ancho de acera propuesto	Justificación
131	Secundaria	Jesús María	2.0 m	Se justifica únicamente para dar servicio a este poblado ya que mayor distancia no es atractiva para el peatón. Con respecto al ancho se considera un espacio de 1.60 m para dar paso al tránsito de una silla de ruedas y una persona más un espacio de resguardo de separación de la calzada de 0.4 m, ver Ilustración 129.
713	Terciaria	Distrito de San Rafael	2.0 m	Con respecto al ancho se considera un espacio de 1.60 m para dar paso al tránsito de una silla de ruedas y una persona más un espacio de resguardo de separación de la calzada de 0.4 m.
Cantonal	N/A	Ceiba	2.0 m.	Con respecto al ancho se considera un espacio de 1.60 m para dar paso al tránsito de una silla de ruedas y una persona más un espacio de resguardo de separación de la calzada de 0.4 m.

Tabla 96: (continuación) Rutas demandantes de infraestructura para movilidad peatonal.

Ruta	Jerarquía de Ruta	Poblados servidos	Ancho de acera propuesto	Justificación
135	Secundaria	Monserrat, distrito central de San Ramón	2.0 m.	Con respecto al ancho se considera un espacio de 1.60 m para dar paso al tránsito de una silla de ruedas y una persona más un espacio de resguardo de separación de la calzada de 0.4 m.
757	Terciaria	Distrito central de Orotina, Pozón, Coyolar, Cuatro Esquinas Este	Variable entre 2.0 m en localidades como Pozón, Orotina. Y 4.0 m en el acceso al Aeropuerto	Debido al gran movimiento de personas esperado en las cercanías del nuevo Aeropuerto y zona económica del aeropuerto, las aceras deben como mínimo ser de 2 metros para dar paso al tránsito de una silla de ruedas y una persona. En la zona de acceso al aeropuerto y en las estaciones de transporte público el ancho para el tránsito peatonal como mínimo de 3 m más un ancho de 0.5 para la separación de la calzada y la separación de la fachada de los comercios, ver Ilustración 130.

Fuente: Propia con información del Sistema de Información Geográfica SNIT-MOPT.

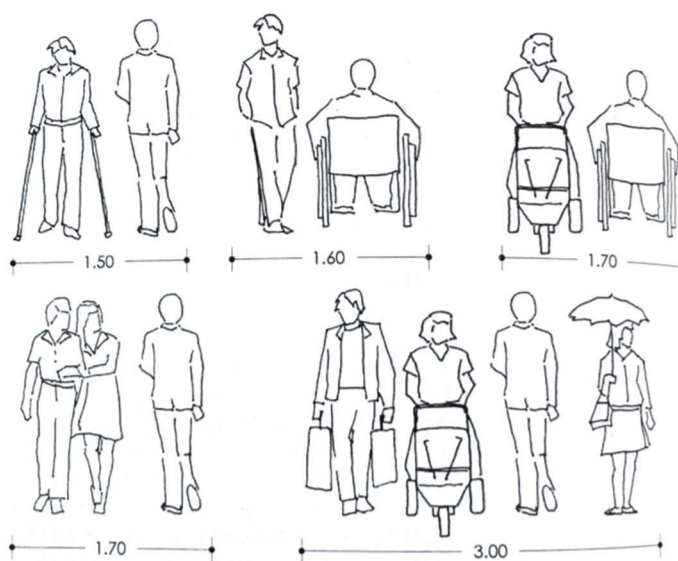


Ilustración 129: Ancho requerido para el cruce de peatones.

Fuente: (Sanz Alduán, 2016).

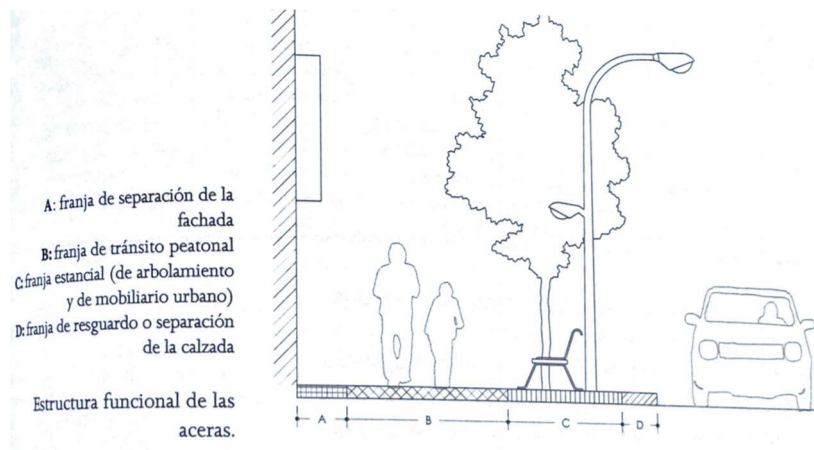


Ilustración 130: Elementos de una vía de peatones.

Fuente: (Sanz Alduán, 2016).

Para la movilidad del ciclista se trazó un círculo con un radio de influencia de 4 kilómetros, la cual se según Martens (2004) es la distancia máxima que brinda servicio al 70% del total de ciclistas (ver Ilustración 19).

A partir de lo anterior, en las Ilustración 131 e Ilustración 132 se observa el potencial que tiene la movilidad ciclista para conectar los poblados con las estaciones intermodales o destino de los usuarios, por ejemplo, el “Aeropuerto Internacional Metropolitano” y la zona económica del Aeropuerto.



Ilustración 131: Ubicación de puntos de convergencia entre sistemas de transporte en el cantón de Orotina y San Mateo.

Fuente: Propia con información del SNIT.

Mapa de influencia ciclistas con los puntos de conexión entre modos de transportes

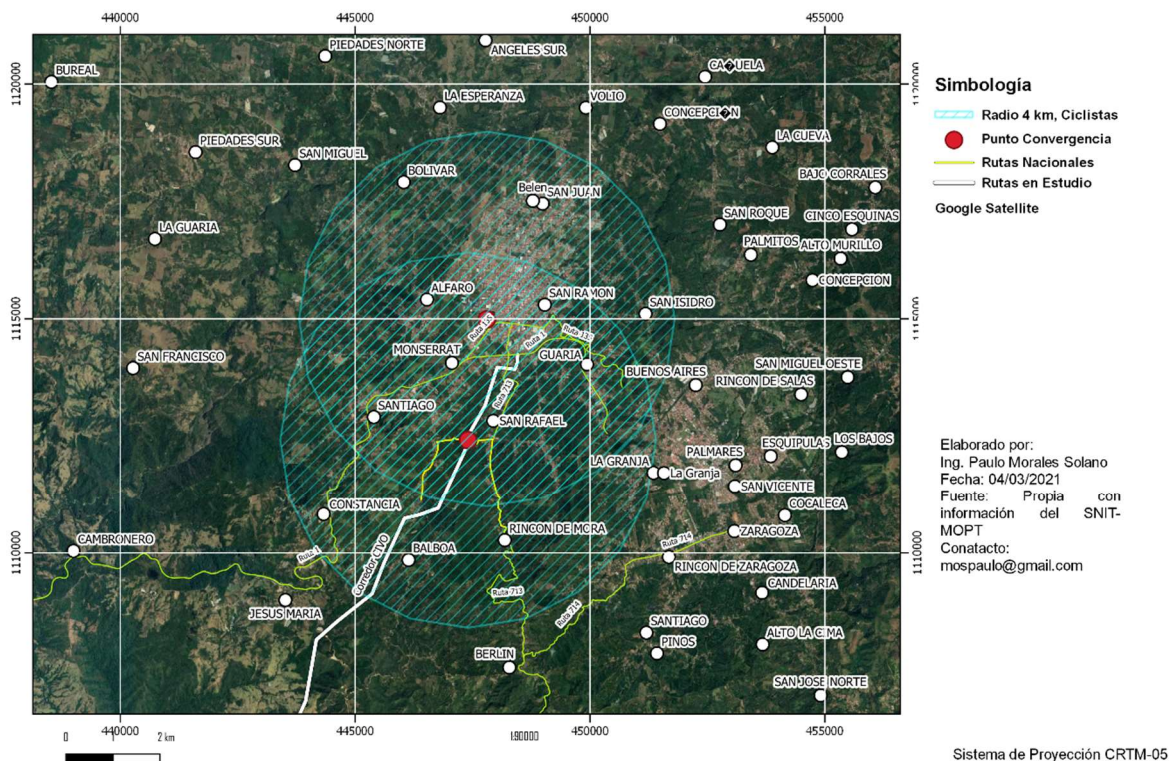


Ilustración 132: Ubicación de puntos de convergencia entre sistemas de transporte en el cantón de San Ramón.

Fuente: Propia con información del SNIT.

Para este caso de estudio, se identifica la necesidad de brindar infraestructura al ciclista en las estaciones intermodales y a sus principales rutas de conexión con estas estaciones. Esta infraestructura consiste en:

- Vías de bicicletas (ciclovía).
- Señalización vial
- Estacionamiento de bicicletas.
- Accesos a la estación de transporte público.
- Servicio de alquiler de bicicletas.

A continuación, en la Tabla 97 se presenta las principales rutas consideradas en este estudio que tienen potencial para brindar el servicio al ciclista, lo anterior con el fin de lograr una intermodalidad de este medio de transporte con el sistema de transporte público BRT.

Tabla 97: Rutas candidatas para tener una vía de bicicletas (ciclovía) y sus características

Ruta	Jerarquía de Ruta	Ancho total de calzada actual	Tipo de Vía para bicicletas	Poblados servidos	Ancho propuesto Ciclovía	Justificación
131	Secundaria	5.90 m	Carril compartido	Jesús María, El Barón, Labrador	Carril compartido de 4 m por sentido.	Se justifica únicamente para dar servicio a estos poblados ya que esta ruta es muy ondulada hacia el sector de del cantón de San Mateo.
713	Terciaria	6.10 m	Carril compartido	Distrito de Santiago y San Rafael	Carril compartido de 4 m por sentido.	Se justifica únicamente para dar servicio a estos poblados ya que esta ruta es sinuosa hacia el sector de del poblado de Rincón de Mora.
Cantonal Distrito Ceiba	N/A	No hay información	Carril compartido	Cascajal, Ceiba, Uvita	Carril compartido de 4 m por sentido.	Se justifica porque es una ruta con muy pocas pendientes y con espacio para el desarrollo comercial futuro que impulsará el nuevo Aeropuerto.
135	Secundaria	7.30 m	Carril exclusivo	Monserat, distrito central de San Ramón	Ancho de carril de 2 m	Se justifica porque es una ruta con muy pocas pendientes y ubicada en una zona urbana con un derecho de vía de 30 m.
757	Terciaria	6.5 m	Carril segregado	Distrito central de Orotina, Pozón, Coyolar, Cuatro Esquinas Este	Carril bidireccional de 3.0 m	Debido al gran movimiento de vehículos esperado en las cercanías del nuevo Aeropuerto con velocidades de 60 km/h máximo, la vía de bicicletas debe ser segregada con una barrera física tipo New Jersey.
703	Terciaria	8.70	Carril compartido	Distrito central de San Ramón, Belén, San Juan	Carril compartido de 4 m por sentido.	Se justifica al ser zona urbana densamente poblada el cual motivará el uso del sistema del Transporte público BRT al trasladarse por el CIVO
Cantones Distrito San Ramón (ver Ilustración 133)	N/A	No hay información	Carril compartido	Distrito central de San Ramón, Belén, San Juan	Carril compartido de 4 m por sentido	Se justifica al ser zona urbana densamente poblada el cual motivará el uso del sistema del Transporte público BRT.
Cantones Distrito Orotina (ver Ilustración 134)	N/A	No hay información	Carril compartido	Distrito central de Orotina	Carril compartido de 4 m por sentido	Se justifica al ser zona urbana densamente poblada el cual conectará con el Aeropuerto y su zona Comercial y motivará el uso del sistema del Transporte público BRT.

Fuente: Propia con información del Sistema de Información Geográfica SNIT-MOPT.

Mapa de ubicación propuesta de Ciclovías Cantón San Ramón

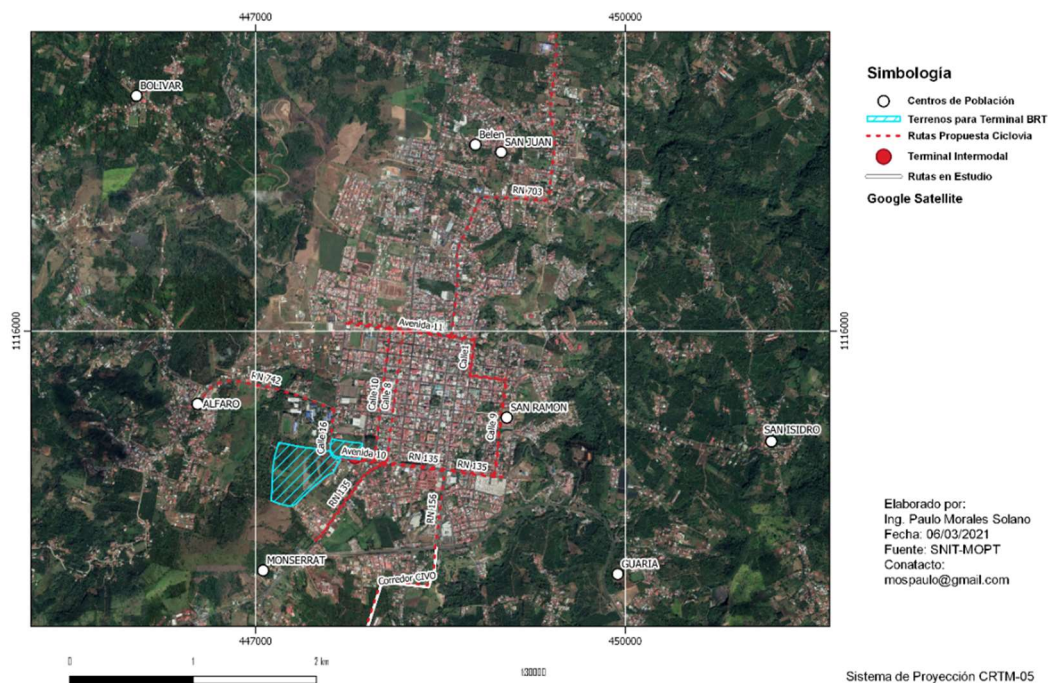


Ilustración 133: Rutas propuestas para construcción de Ciclovías en el cantón de San Ramón.

Fuente: Propia con información del SNIT.

Mapa de ubicación propuesta de Ciclovías Cantón Orotina

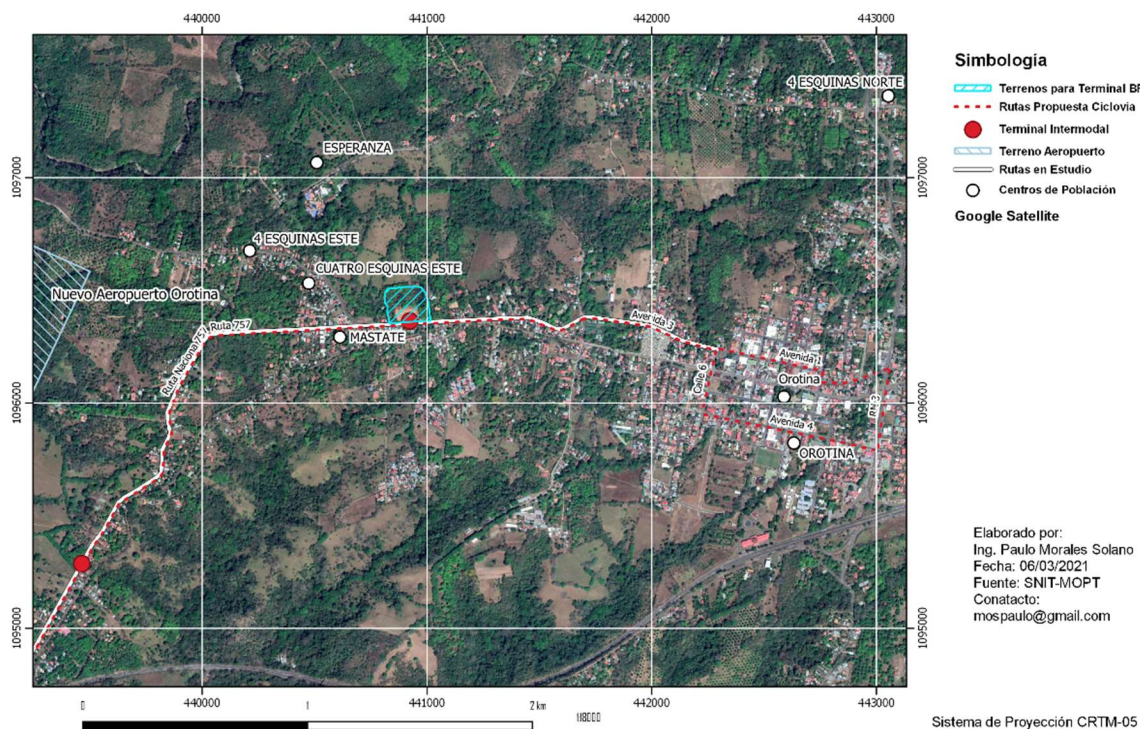


Ilustración 134: Rutas propuestas para construcción de Ciclovías en el cantón de Orotina.

Fuente: Propia con información del SNIT.

4.3.2. Diseño del Sistema de Autobuses de Tránsito Rápido, BRT

Para el diseño del Sistema de Autobuses de Tránsito Rápido (BRT) se utilizó como referencia la “Guía de Planificación de Sistemas BRT”. A partir de ese documento, se recomienda que el sistema de transporte público del CIVO debe funcionar como un “BRT Completo”, en razón que es el sistema de BRT más eficiente, atractivo para el usuario y con la ventaja que se puede implementar con mayor facilidad en un corredor nuevo. A continuación, se presenta detalladamente el proceso del diseño operacional del sistema.

4.3.2.1. Diseño de redes y servicio

Al considerarse la operación del sistema de BRT del CIVO un sistema “Completo”, los carriles centrales de este corredor vial funcionarán como un sistema cerrado, es decir estos carriles serán exclusivo para el tránsito de buses autorizados y se podría permitir el tránsito de vehículos de emergencia (Bomberos, Cruz Roja y Policía) contribuyendo a salvar vidas.

El sistema descrito anteriormente se ha utilizado con éxito en la ciudad de Bogotá (Colombia) y Curitiba (Brasil), la cual ha demostrado que es un sistema con la capacidad para transportar pasajeros en un menor costo comparados con otros sistemas de transporte (LRT, Riel elevado, Metro subterráneo) como se muestra en la siguiente ilustración.

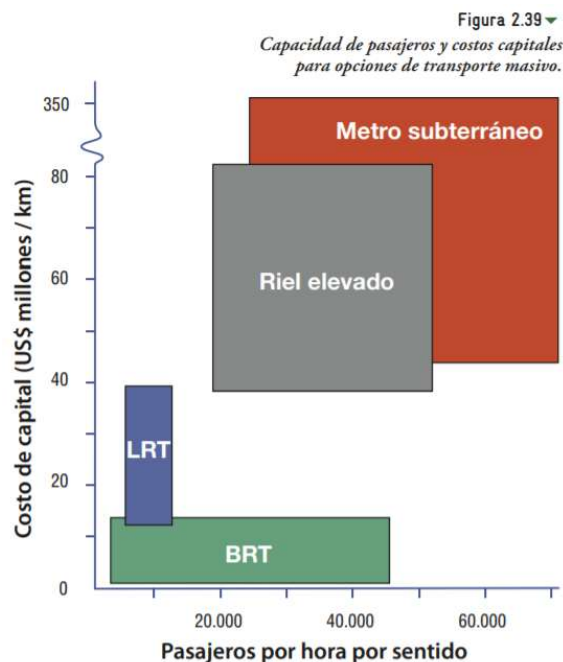


Ilustración 135: Capacidades de pasajeros y costos de inversión de sistemas de transportes masivos.

Fuente: (Wright & Hook, 2010).

Además, el sistema BRT del corredor vial en estudio se considera que debe ser un “Servicio tronco-alimentados” (ver Ilustración 136) en donde se utilizarán vehículos pequeños que conectan las áreas residenciales con las terminales o las estaciones de transbordo en donde los usuarios cambian hacia vehículos de líneas troncales de mayor velocidad, se selecciona este sistema ya que los sistemas de BRT de alta capacidad tal como el de Bogotá, Curitiba y Guayaquil han implementado servicios “tronco alimentados” con mucho éxito.

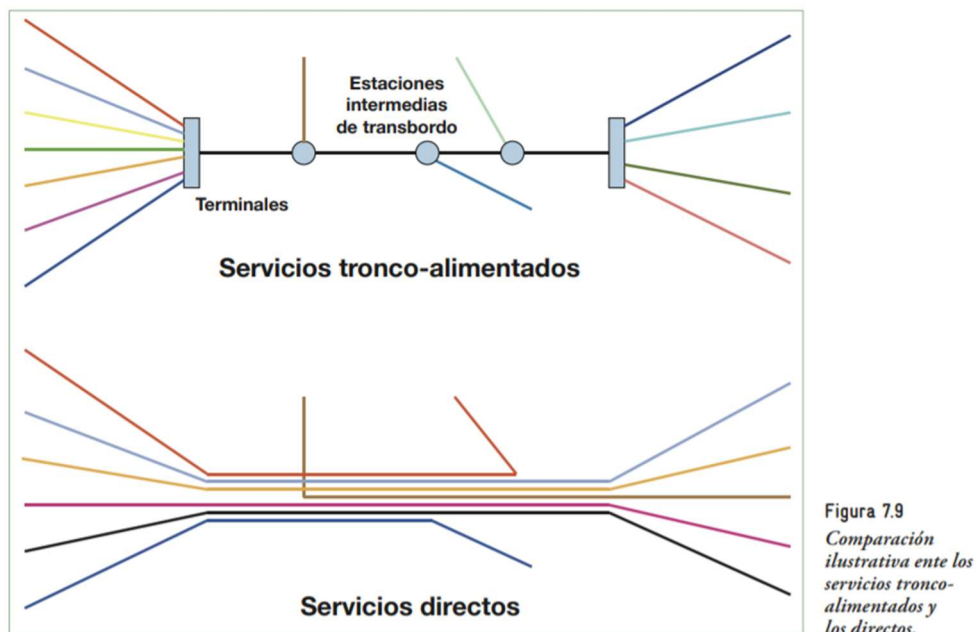


Ilustración 136: Esquema comparativo Servicios tronco-alimentados y los Directos.

Fuente: (Wright & Hook, 2010).

Para este caso de estudio se identificó las rutas existentes, las cuales alimentarán a las “Terminales” y las “Estaciones Intermedias de Transbordos”, esta se muestra en el Anexo 17.

A partir de lo anterior, para el corredor en estudio se identifica las “Terminales” y “Estaciones Intermedias de Transbordos”. Estas fueron definidas a partir de los siguientes criterios:

- Se debe construir Terminales de intercambio Intermodal en los extremos del corredor en estudio, en donde se facilite el transbordo de pasajero entre los servicios de buses existentes, ciclistas y peatones.
- Se debe construir “Estaciones Intermedias de Transbordos” en las intersecciones del CIVO con las rutas nacionales o cantonales que comuniquen con los principales centros de población.

En las Ilustración 137, Ilustración 138, Ilustración 139 e Ilustración 140 se muestra la ubicación de las Terminales, Estaciones Intermedias de Transbordos, centros de población y rutas de conexión con el CIVO.

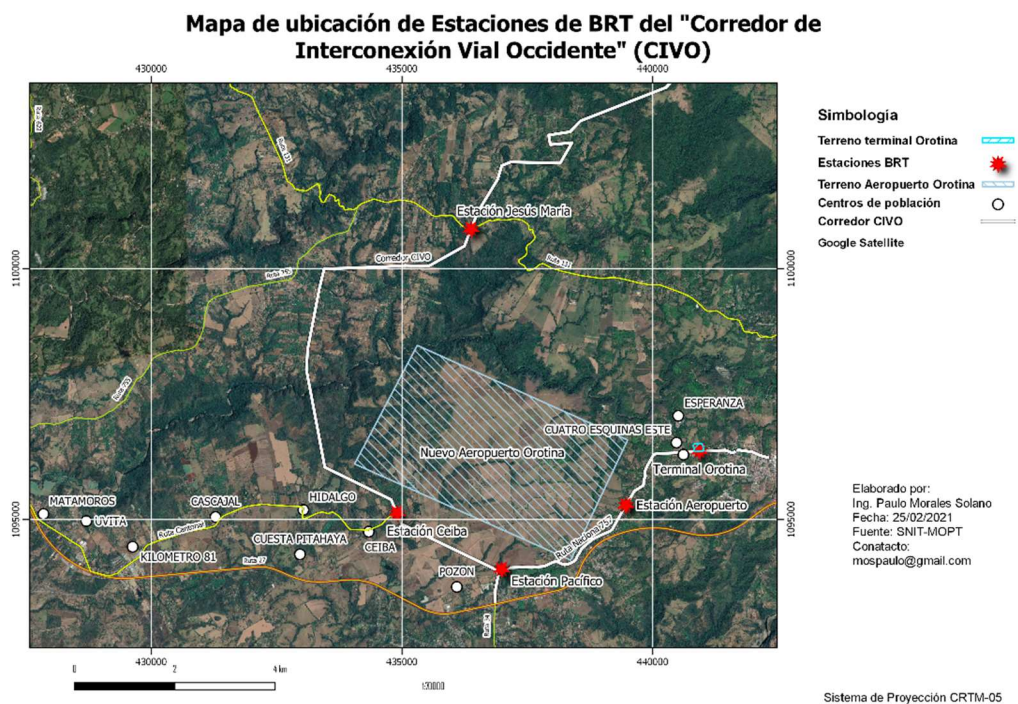


Ilustración 137: Ubicación de estaciones de BRT del cantón Orotina.

Fuente: Propia con información del SNIT

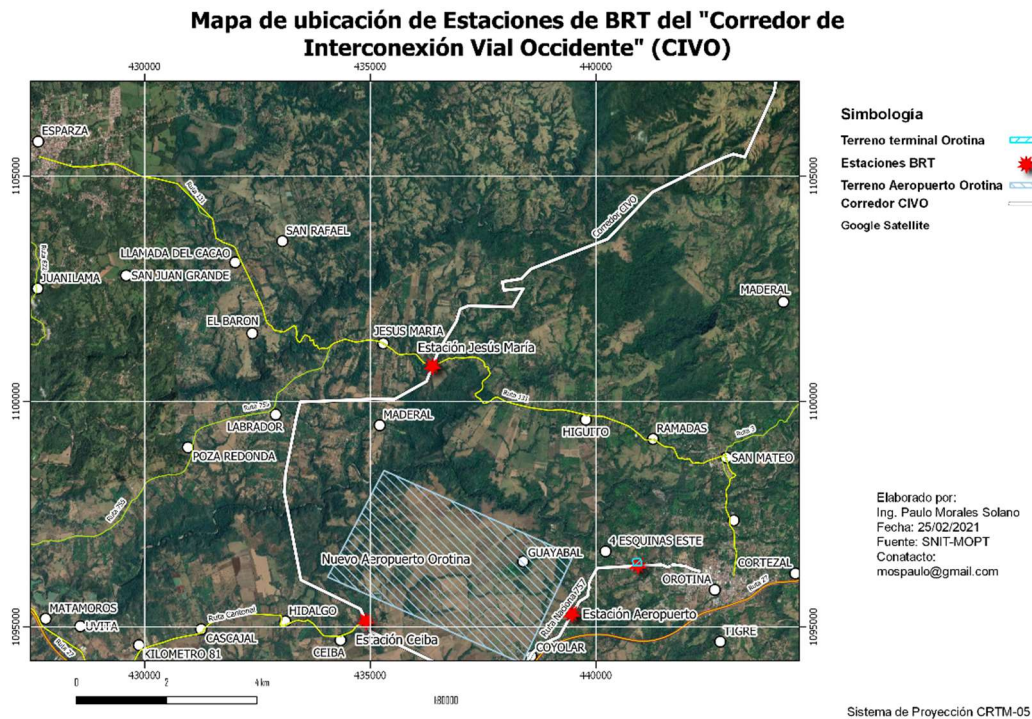


Ilustración 138: Ubicación de estaciones de BRT del cantón San Mateo.

Fuente: Propia con información del SNIT

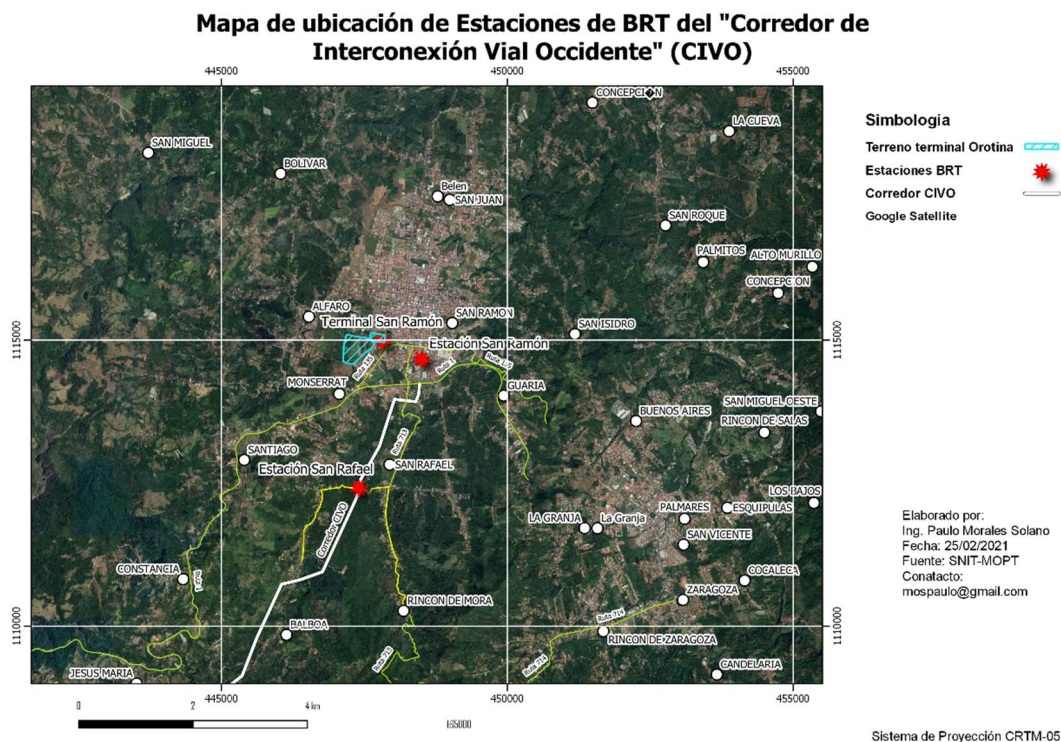


Ilustración 139: Ubicación de estaciones de BRT del cantón San Ramón.

Fuente: Propia con información del SNIT

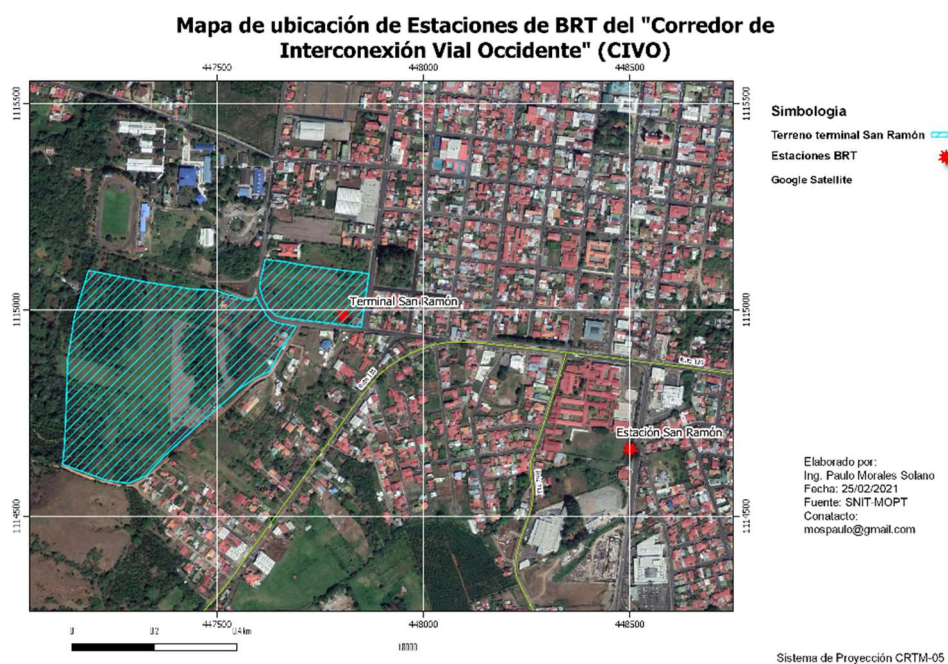


Ilustración 140: Ubicación de terminales de BRT del cantón San Ramón.

Fuente: Propia con información del SNIT

De la información contenida en el Anexo 17 se obtiene la cantidad de rutas y empresas que operarían en cada una de “Terminales” y “Estaciones Intermedias de Transbordos”, el cual es insumo para el dimensionamiento de la infraestructura requerida en cada uno de estos lugares.

Tabla 98: Resumen de la cantidad de rutas y operadores de transporte público actuales.

Estación	Cantidad de Rutas	Cantidad de operadores
Terminal San Ramón	91	4
Estación San Rafael	10	3
Estación Jesús María	11	1
Estación Ceiba	1	1
Estación Pacífico	10	2
Terminal Orotina	31	7

Fuente: propia con información (Aresep, 2021)

4.3.2.2. Capacidad del sistema.

Para determinar la capacidad del sistema BRT se utiliza la ecuación para el cálculo detallado de la capacidad del sistema según (Wright & Hook, 2010).

$$Co = \frac{Nsp * X * 3600}{\left[\frac{Td * (1 - Dir)}{Cb} + (Ren * T1) \right]}$$

Co = Capacidad del Corredor en términos de pasajeros por hora punta por dirección o pphpd.

Nsp = Número de Bahías de parada.

X= Nivel de Saturación.

Td =Tiempo de parada.

Dir = Porcentaje de vehículos que prestan servicios de paradas limitadas o expresos.

Cb = Capacidad del vehículo.

Ren = Tasa de renovación.

T1 =Promedio de tiempo de abordaje y salida del bus por pasajero.

La determinación de la capacidad del sistema se requiere para proyectar la cantidad de carriles de BRT, cantidad de bahías de parada y la capacidad de los buses necesarios para atender la demanda de pasajeros proyectada. Para este caso de estudio se utiliza la demanda estimada en el Escenario 3 en donde se considera que el 30% de las personas que se traslada en vehículo liviano se trasladan ahora en BRT como se indicó en el apartado 4.2.2 de este documento.

En los sistemas de BRT se considera un sistema aceptable cuando se alcanza una velocidad comercial promedio de al menos de 25 km/h, por lo que para obtener este nivel de servicio se debe garantizar una saturación de aproximadamente 40% o menor. En la mayoría de los sistemas de alta calidad se alcanzan velocidades comerciales de 30 km/h (Wright & Hook, 2010).

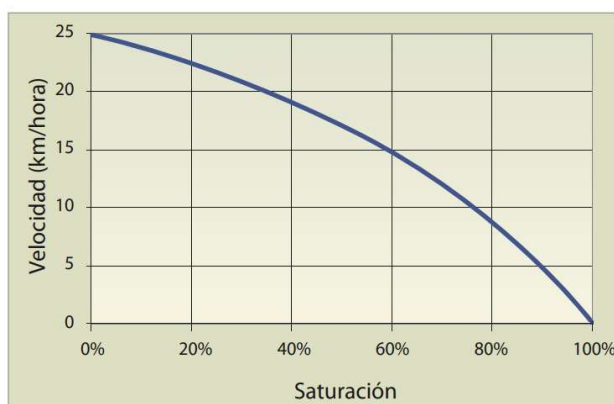


Ilustración 141: Impacto de la Saturación en la velocidad del vehículo BRT.

Fuente: (Wright & Hook, 2010).

Para poder estimar esta capacidad, se consideró que el sistema de BRT para que sea atractivo al pasajero y rentable para el operador del sistema debe operar con las siguientes condiciones:

Tabla 99: Variables consideradas para la estimación de la capacidad del sistema BRT

Variable	Cantidad
Número de Bahías de parada (Nsp)	Mínimo 2
Nivel de Saturación (X)	Máximo 40%
Tiempo de parada (Td)	40 segundos ¹ Según $Td = 10 + \frac{L}{6} = 13.08$ segundos
Porcentaje de vehículos que prestan servicios de paradas limitadas o expresos (Dir)	10% ²
Capacidad del vehículo (Cb)	Bus articulado con capacidad Mínima 140 pasajeros
Tasa de renovación (Ren)	Conservadoramente se considera una tasa de un 74% ³
Promedio de tiempo de abordaje y salida del bus por pasajero (T1)	1.5 segundos ⁴

Fuente: propia con información de (Wright & Hook, 2010).

¹ Conservadoramente se considera un tiempo de parada de 40 segundos a pesar de que según formula el $Td=13.08$ segundos

² Se considera que el 10% de los viajes totales son viaje con paradas limitadas.

³ Se considera para efectos de este estudio que el Autobús de 140 pasajeros tiene una ocupación del 80% y durante el trayecto 40 pasajeros ingresan y salen del Autobús, el cual debe ser estudiado a mayor profundidad mediante estudios detallados de Origen y Destino de los posibles usuarios.

⁴ Según (Wright & Hook, 2010) considera un tiempo de 1.5 segundos a razón que se van a realizar mejoras en la interfaz vehículo-estación.

Para obtener un tiempo de abordaje y salida del bus por pasajeros de 1.5 segundo se considera que se realiza las siguientes mejoras en la Interfaz vehículo-estación:

- La recolección de tickets y verificación será fuera del vehículo con tarjetas inteligentes de pago.
- El abordaje de pasajeros en Plataforma será a Nivel.
- Se instalará dispositivos de ayuda al conductor durante las paradas para mejorar los tiempos de aceleración y desaceleración.
- Se comprarán autobuses articulados con 4 puertas dobles.
- El tamaño y la distribución en la plataforma de la estación debe ser calculado para la demanda de pasajeros.

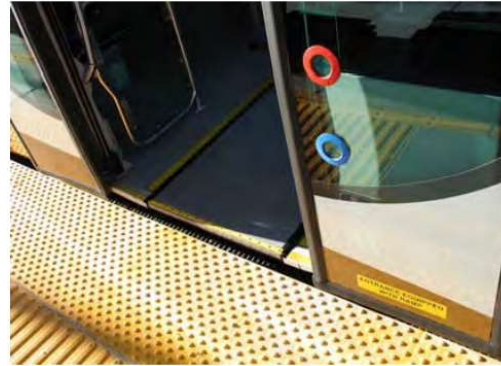


Figura 8.12
El vehículo articulado
de 18,5 metros se
ha convertido en el
estándar en la mayoría
de los sistemas de BRT.
Foto de Kangming Xu
<http://www.brtchina.org>

Ilustración 142: Mejoras entre la Interfaz vehículo-estación para mejorar el tiempo de abordaje y salida del bus

Fuente: (Wright & Hook, 2010).

En la siguiente Tabla se presenta la demanda pronosticada de pasajeros para el Escenario 3 (se considera que el 30% de las personas que se traslada en vehículo liviano se trasladan ahora en BRT), el cálculo de capacidad del sistema BRT y la cantidad de bahías de parada requeridas para que el sistema sea atractivo para el pasajero.

Tabla 100: Demanda pronosticada de pasajeros y Capacidad del sistema BRT del Escenario 3.

Año	Empleados	Internacionales	Nacionales	Pasajeros atraídos	Total pasajeros	Demanda de pasajeros por dirección (60% de Total pasajeros)	Capacidad (Co)	# de Bahía de parada (Nsp)
2015	1 238	312	27	81,94	1659	995	2114	2
2016	1 378	341	29	90,44	1838	1103	2114	2
2017	1 442	357	31	95,2	1926	1156	2114	2
2018	1 512	374	32	99,96	2018	1211	2114	2
2019	1 582	390	33	105,06	2111	1267	2114	2
2020	1 652	398	34	108,46	2194	1316	2114	2
2021	1 726	415	36	113,22	2291	1375	2114	2
2022	1 800	432	37	117,98	2388	1433	2114	2
2023	1 877	448	39	123,42	2488	1493	2114	2
2024	1 957	465	40	127,84	2591	1555	2114	2
2025	2 040	482	42	132,94	2697	1618	2114	2
2026	2 127	498	43	138,04	2806	1684	2114	2
2027	2 216	523	45	144,5	2929	1757	2114	2
2028	2 309	540	47	149,94	3046	1828	2114	2
2029	2 404	556	48	155,04	3164	1898	2114	2
2030	2 502	581	51	161,84	3297	1978	2114	2
2031	2 583	597	52	166,6	3400	2040	2114	2
2032	2 667	614	53	171,7	3507	2104	2114	2
2033	2 754	631	55	176,8	3618	2171	3171	3
2034	2 840	648	56	181,9	3727	2236	3171	3
2035	2 930	664	57	187	3839	2303	3171	3
2036	3 023	689	60	193,46	3966	2380	3171	3
2037	3 117	705	61	198,56	4082	2449	3171	3
2038	3 212	723	63	204	4202	2521	3171	3
2039	3 308	747	65	210,46	4330	2598	3171	3
2040	3 407	764	66	215,9	4453	2672	3171	3
2041	3 508	781	67	221	4578	2747	3171	3
2042	3 607	805	70	227,8	4710	2826	3171	3
2043	3 712	830	72	234,94	4849	2909	3171	3
2044	3 813	847	73	240,04	4973	2984	3171	3
2045	3 921	872	75	246,84	5115	3069	3171	3
2046	4 025	888	77	251,94	5242	3145	3171	3
2047	4 132	914	79	259,42	5384	3230	3171	3

Fuente: propia con información de (Mott MacDonald, 2017)

De los cálculos de capacidad anteriores, se obtiene que para el corredor CIVO el sistema de BRT debe tener en el mediano plazo 2 bahías de buses y en el futuro 3 bahías de buses para conservar el nivel de servicio a los pasajeros, además se deberán implementar las acciones descritas anteriormente para obtener los tiempos y nivel de saturación del sistema considerados.

4.3.2.3. Características del sistema BRT.

El carril debe ser segregado y estar ubicado en los carriles del centro del corredor vial, este debe tener un ancho mínimo de 3.50 metros y debe ser exclusivo para el sistema BRT. Además, se debe integrar las rutas colectoras para que alimenten el sistema de BRT del CIVO.

A continuación, se presenta una vista del corredor vial en estudio con la implementación del sistema BRT.



Ilustración 143: Vista del Corredor CIVO con implementación del sistema de BRT

Fuente: propia

4.3.2.4. Características de las Estaciones.

En las zonas de parada de los buses, se debe suministrar bahías, las cuales deben ser como mínimo 2 con proyección para 3 bahías según los cálculos elaborados en la sección 4.3.2.2, para evitar la saturación en las estaciones del sistema BRT.

Las estaciones deberán diseñarse a nivel entre la plataforma y el piso del vehículo, deben facilitar la integración física entre el CIVO, los servicios de alimentación y terminal aérea. Además, las estaciones deben ser cómodas y seguras, el recaudo y verificación de tarifa debe realizarse antes del abordaje. A continuación, se presenta el diseño de una terminal del sistema BRT.



Ilustración 144: Vista de Estaciones del sistema BRT para el corredor en estudio

Fuente: (Wright & Hook, 2010).

4.3.3. Intersecciones e Intercambios a desnivel

El "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO) atraviesa rutas nacionales y cantonales como se mostró Ilustración 137, Ilustración 138 e Ilustración 139, por lo que con el fin de comunicar los principales poblados con el CIVO y por ende con el Nuevo Aeropuerto, se identifica la necesidad de la construcción de intersecciones, lo anterior con el objetivo de incentivar una movilidad urbana eficiente, rápida y con redundancia en los poblados vecinos.

Para la selección del tipo diseño de la intersección este conlleva el siguiente proceso (SIECA, 2011) :

- Un estudio de tránsito de vehículos actuales y proyectados por cada acceso, movimientos direccionales, distribución horaria y datos en hora pico y composición del tránsito por tipos de vehículos.
- Estudios especiales del movimiento peatonal, donde el caso se justifique.
- Definición previa de los objetivos de la intersección en relación con el funcionamiento de la carretera.

- Definición de objetivos en relación con el entorno (preservación de lugares de atractivos turísticos y la protección de ambiente local).
- Estudio de posibles opciones dentro de parámetro de diseño conciliados con su entorno, tomando en cuenta capacidad, nivel de servicio, costos de construcción y mantenimiento.

Partiendo de lo anterior, a continuación, se desarrolla un diseño preliminar de las intersecciones identificadas (ver Ilustración 146 e Ilustración 147), a partir de la información disponible en este momento como por ejemplo el tránsito estimado en el apartado 4.2.2 y la jerarquía considerada en este estudio.

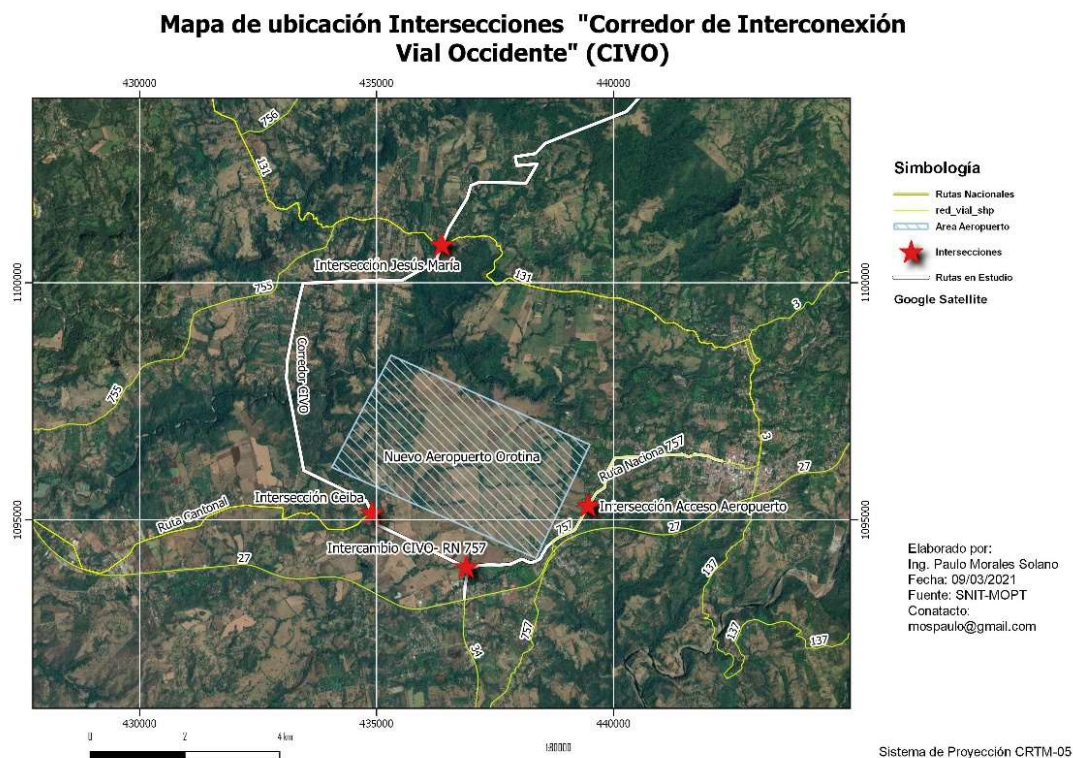


Ilustración 145: Ubicación de Intersecciones del CIVO.

Fuente: Propia con información del SNIT

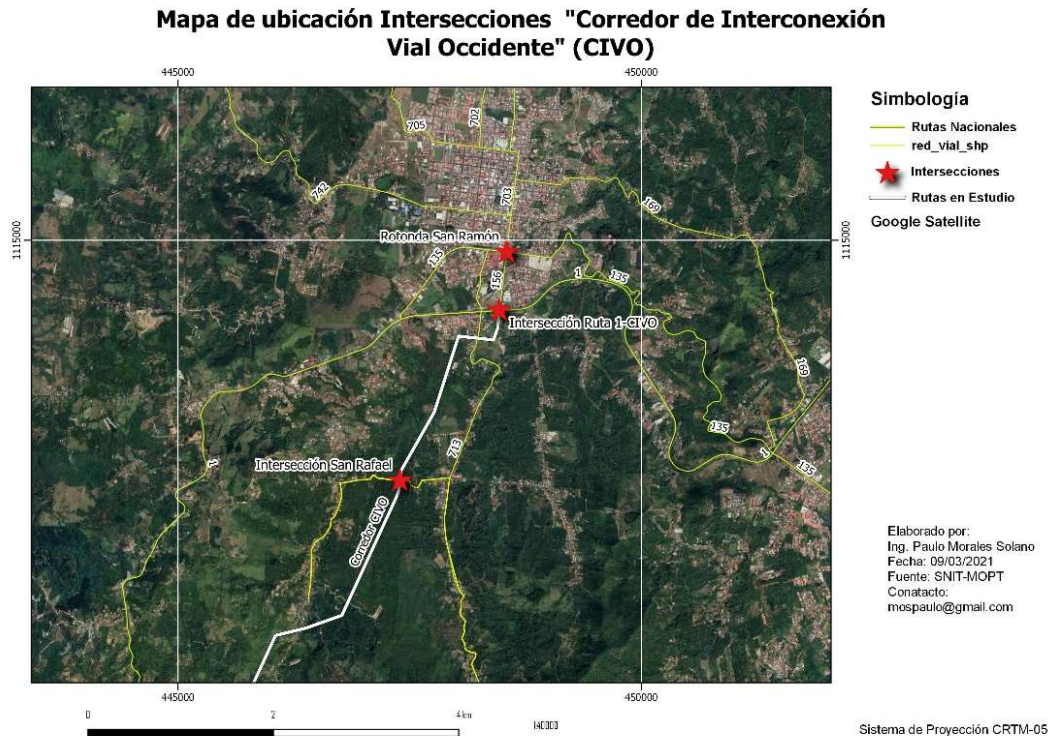


Ilustración 146: Ubicación de Intersecciones del CIVO.

Fuente: Propia con información del SNIT

Para las intersecciones del CIVO mostradas anteriormente se considera que estas deberían ser Intercambios a desnivel por las razones que indican a continuación:

1. El corredor vial en estudio al considerarse un “Conector de Integración Territorial” según el PNT 2011-2035 debe tener un flujo de circulación continuo, es decir sin señales de alto o semaforización que produzcan interrupciones en el corredor vial, lo anterior con el fin de lograr los niveles de servicio considerados en el apartado 4.2.2 de este documento.
2. Aplicando el concepto de la 30ava hora se estima que para el año 20 el Tránsito promedio diario anual (TPDA) es de 27000 vehículos/día para el escenario 3, como se muestra a continuación:

$$VHP = k * (TPDA) \quad (\text{Cal, Reyes Spindola, \& Cardenas Grisales, 2007})$$

Donde:

VHP= Volumen horario del Proyecto.

TPDA= Transito promedio diario.

k=Valor esperado de la relación entre el volumen de la n-ava hora máxima seleccionada y el TPDA del año de proyecto.

Según (Cal, Reyes Spindola, & Cardenas Grisales, 2007) para la 30 ava hora se tiene un k de 0.08 el cual corresponde a carretera suburbana.

$$TPDA = \frac{VHP}{0.08} = \frac{2218}{0.08} = 27728 \text{ veh/día}$$

3. Se considera que el flujo vehicular de las rutas secundarias es de 10 000 vehículos/día o mayor, lo anterior previendo que con el desarrollo del Nuevo Aeropuerto de Orotina se incentivara un crecimiento comercial en los poblados vecinos al CIVO, por lo que es probable que los volúmenes de transito actuales se incrementen.
4. Del tránsito diarios del CIVO y de las rutas secundarias se obtiene de la Ilustración 147 que se debería construir Intercambios a desnivel como mínimo.

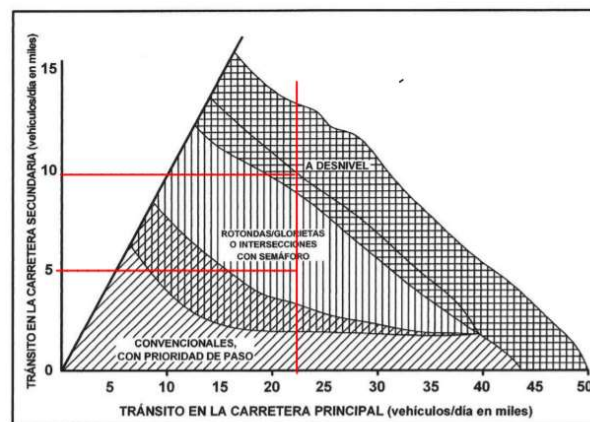


FIGURA 5.1. TIPOS DE INTERSECCIONES PARA DIFERENTES VOLUMENES DE TRÁNSITO

Ilustración 147: Tipos de Intersecciones para diferentes volúmenes de tránsito.

Fuente: (SIECA, 2011)

Intersección Ruta Nacional 1-CIVO.

La intersección denominada Ruta Nacional 1-CIVO permite el movimiento de tránsito con origen-destino del valle central, de la zona pacífica, zona norte del país y da acceso al distrito central del cantón de San Ramón.

Debido a que en este estudio no se tiene información de volumen de tránsito en la hora de mayor demanda (hora pico) y de los tipos de vehículos que transitaran por esta intersección, se supone conservadoramente que este intercambio vial va a tener un volumen de tránsito mayor a 20 mil vehículos por día en la Ruta Nacional 1 y en el CIVO.

Con respecto a la composición vehicular se supone que esta corresponde a vehículos livianos, camiones, buses, buses articulados y cabezal con semirremolque, debido a lo anterior, se considera que esta intersección a desnivel debe ser del tipo “Trébol”, ya que da solución al volumen y la cantidad de movimientos que se requiere en esta intersección.

En la Ilustración 148, se presenta un diagrama de movimientos de la propuesta de solución en donde se permite 6 movimientos de los 8 movimientos posibles, ya que se considera que el flujo vehicular con origen-destino Puntarenas y Esparza no es tan significativo, ya que existe otros ingresos al CIVO más atractivos como por ejemplo la Ruta Nacional 131 y la Ruta Nacional 27. En el caso que algunos vehículos tengan origen-destino Puntarenas y Esparza, estos tendrían que ingresar a la calle 156 (carretera de ingreso al cantón

de San Ramón) y virar en la intersección tipo rotonda a implementar en la intersección con las rutas nacionales 156, 135 y 703 (ver Ilustración 167).

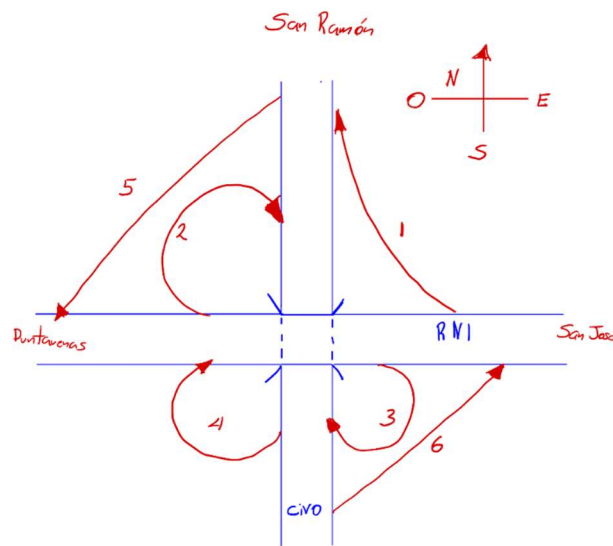


Ilustración 148: Diagrama de Movimiento Intersección Ruta Nacional 1-CIVO.

Fuente: Propia

Además se considera, que el CIVO (vía secundaria) atraviesa la Ruta Nacional 1 (vía principal) mediante un paso inferior con una altura libre mínima de 5.50 m desde el nivel de rasante hasta la cara inferior de la estructura del puente. Las rampas o vías de enlace de la intersección, se considera que deben tener carriles de aceleración y desaceleración “Tipo paralelo” con el fin de aumentar la capacidad en las intersecciones y brindar mayor seguridad vial a los usuarios.

Para el diseño de los carriles de aceleración, desaceleración se considerarán los siguientes parámetros de diseño:

Tabla 101: Parámetros de diseño de carriles de aceleración y desaceleración de Intersección CIVO y Ruta Nacional 1.

Velocidad de diseño CIVO	80 km/h
Velocidad de diseño Ruta Nacional 1	90 km/h
Velocidad al Inicio de Carril de Aceleración	50 km /h
Velocidad de Diseño en curva de salida	50 km /h
Pendiente	Menor al 3%

Fuente: propia

A partir de los parametros de diseño de rampas considerados anteriormente y las cuadros contenidos en el Anexo 18 , se tiene la siguientes longitudes de aceleración, desaceleración y transiciones:

Tabla 102: Características de carriles de aceleración y desaceleración de Intersección CIVO y Ruta Nacional 1.

Tipo de Carril de Aceleración o desaceleración	Tipo Paralelo
Longitud de Aceleración	115 m
Ancho de carril de Aceleración.	3.60 m
Transición carril de Aceleración	90 m
Longitud de desaceleración	90
Ancho de carril de desaceleración	3.60 m
Transición carril de desaceleración	75 m

Fuente: propia

En la siguiente ilustración se muestra la propuesta de solución para Intersección CIVO y Ruta Nacional 1 .

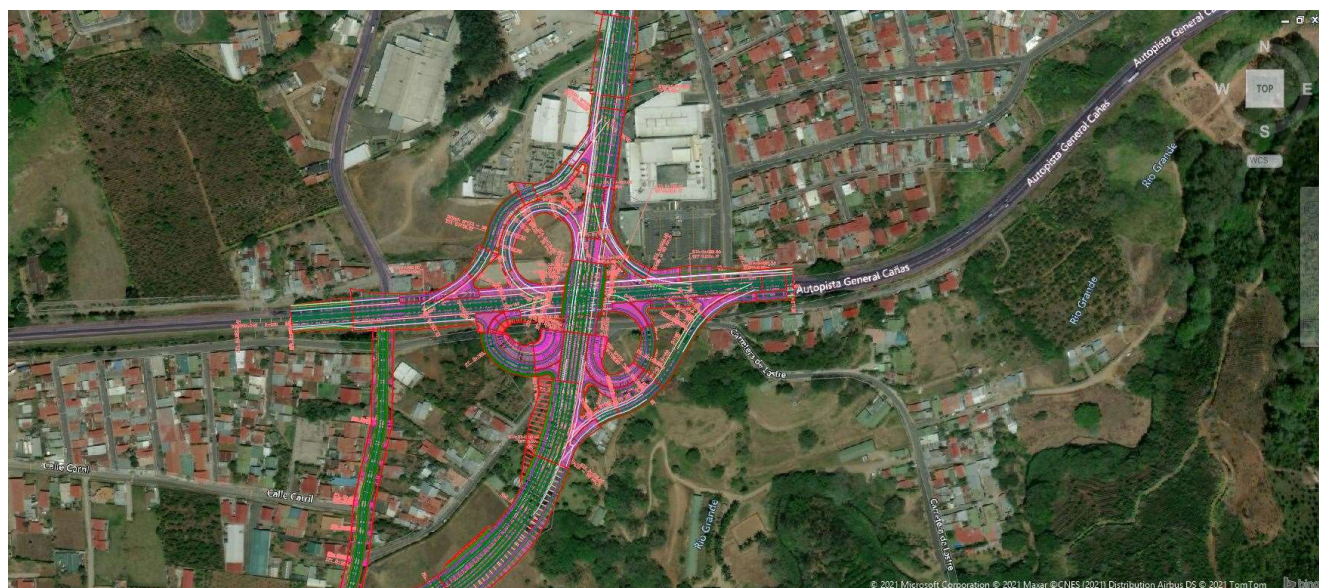


Ilustración 149: Diseño geométrico de Intersección Ruta Nacional 1-CIVO.

Fuente: Propia



Ilustración 150: Vista en 3 dimensiones de la Intersección Ruta Nacional 1-CIVO.

Fuente: Propia

Intersección San Rafael.

La intersección San Rafael permite el movimiento de tránsito con origen-destino del Rincón de Mora, San Rafael, y Santiago. Para esta intersección se supone que este intercambio vial va a tener un volumen de tránsito en las vías secundarias de al menos 10 mil vehículos/día. Con respecto a la composición vehicular se considera que por esta intersección transitarán principalmente vehículos livianos, camiones y buses.

En la Ilustración 151 se presenta un diagrama de movimientos con la propuesta de solución, en la cual permite la entrada al CIVO con destino San Ramón desde los poblados de San Rafael y Santiago, además esta intersección permite únicamente la salida del CIVO en el sentido sur- norte, lo anterior debido que existe la Quebrada Cenagosa y una topografía de terreno ondulado que impide físicamente que se pueda dotar de mayor cantidad de accesos y salidas a esta intersección. En el caso que algunos vehículos requieran ingresar o salir del CIVO y no existe acceso, estos vehículos lo deben realizar por la Ruta Nacional 135 y 713, la cual dan acceso al CIVO desde el cantón de San Ramón.

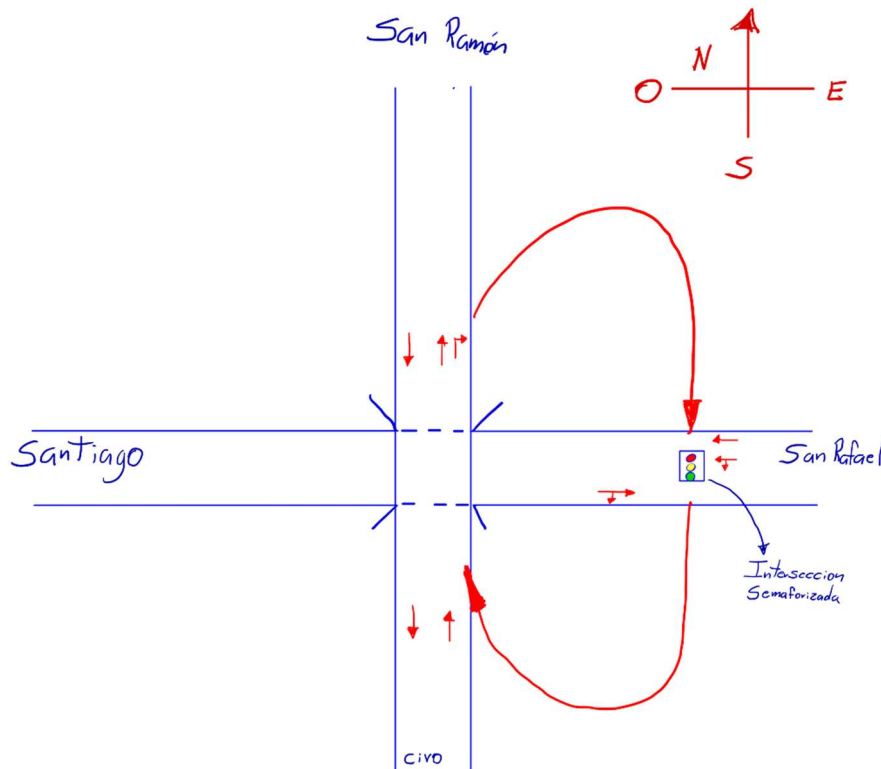


Ilustración 151: Diagrama de Movimiento Intersección San Rafael.

Fuente: Propia

Las rampas o vías de enlace de la intersección que conectan con el CIVO, se considera que deben tener carriles de aceleración y desaceleración “Tipo paralelo” con el fin de aumentar la capacidad en las intersecciones y brindar mayor seguridad vial a los usuarios. Con respecto a la conexión con “Carretera San Rafael” en esta se debe realizar una una intersección semaforizada para permitir movimiento en las cuatro direcciones, ya que la topografía del terreno y la presencia de Quebrada Cenegosa no permite realizar rampas o vías de enlace hacia el origen-destino Santiago.

Para el diseño de los carriles de aceleración, desaceleración se considerarán los siguientes parámetros de diseño:

Tabla 103: Parámetros de diseño de carriles de aceleración y desaceleración de Intersección San Rafael.

Velocidad de diseño CIVO	80 km/h
Velocidad al Inicio de Carril de Aceleración	50 km /h
Velocidad de Diseño en curva de salida	50 km /h
Pendiente	Menor al 3%

Fuente: propia

A partir de los parametros de diseño de rampas considerados anteriormente y las cuadros contenidos en el Anexo 18 , se tiene la siguientes longitudes de aceleración, desaceleración y transiciones:

Tabla 104: Características de carriles de aceleración y desaceleración de Intersección San Rafael.

Tipo de Carril de Aceleración o desaceleración	Tipo Paralelo
Longitud de Aceleración	115 m
Ancho de carril de Aceleración.	3.60 m
Transición carril de Aceleración	90 m
Longitud de desaceleración	90 m
Ancho de carril de desaceleración	3.60 m
Transición carril de desaceleración	75 m

Fuente: propia

En la siguiente ilustración se muestra la propuesta de solución para Intersección San Rafael.

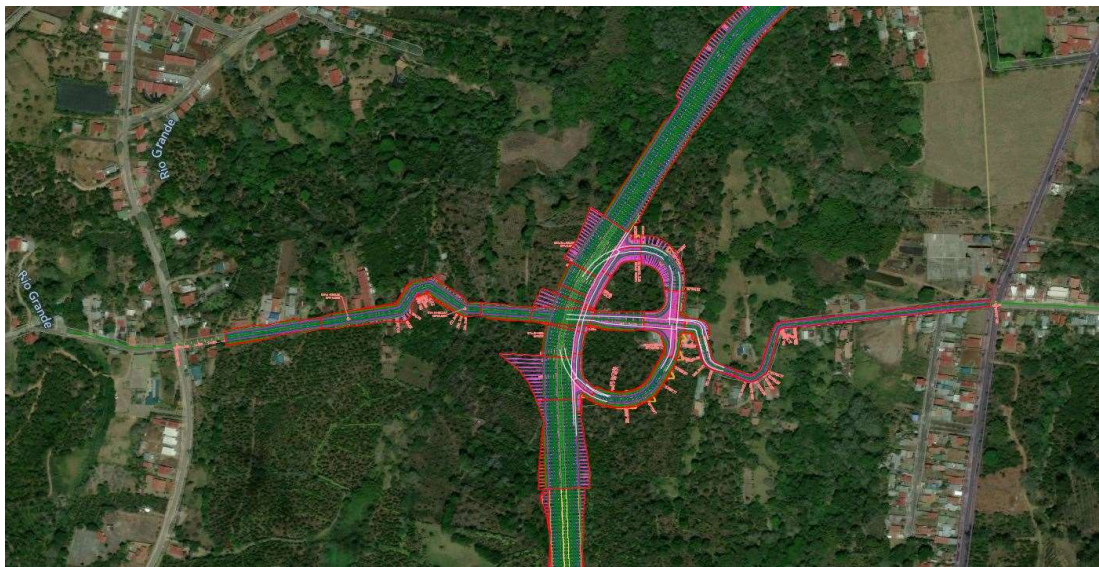


Ilustración 152: Diseño geométrico de Intersección San Rafael.

Fuente: Propia



Ilustración 153: Vista en 3 dimensiones de la Intersección San Rafael.

Fuente: Propia

Intersección Jesús María.

La intersección Jesús María permite el movimiento de tránsito con origen-destino de los cantones de San Mateo y Esparza. Para esta intersección se supone que este intercambio vial va a tener un volumen de tránsito en la Ruta Nacional 131 de al menos 10 mil vehículos/día. Con respecto a la composición vehicular se considera que por esta intersección transitarán principalmente vehículos livianos, camiones, buses y cabezal con semirremolque. En la Ilustración 154 se presenta un diagrama de movimientos con la propuesta de solución.

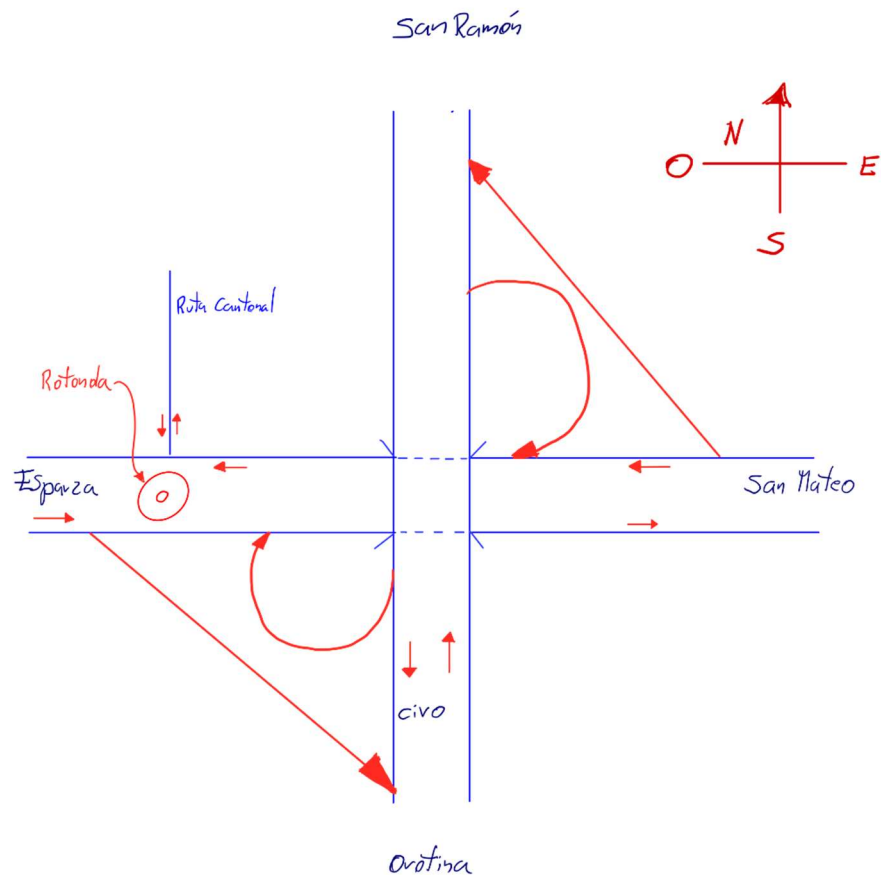


Ilustración 154: Diagrama de Movimiento Intersección Jesús María.

Fuente: Propia

Las rampas o vías de enlace de la intersección que conectan con el CIVO, se considera que deben tener carriles de aceleración y desaceleración “Tipo paralelo” con el fin de aumentar la capacidad en las intersecciones y brindar mayor seguridad vial a los usuarios. Con respecto a la conexión con la Ruta 131 en esta se debe realizar una intersección tipo “Rotonda” para permitir movimiento Este-Sur, Sur-Este, ya que la existencia del cementerio del poblado de Jesús María y la Ruta Cantonal no permite realizar rampas o vías de enlace hacia el origen-destino Orotina y San Mateo.

Para el diseño de los carriles de aceleración, desaceleración se considerarán los siguientes parámetros de diseño:

Tabla 105: Parámetros de diseño de carriles de aceleración y desaceleración de Intersección Jesús María.

Velocidad de diseño CIVO	80 km/h
Velocidad al Inicio de Carril de Aceleración	50 km /h
Velocidad de Diseño en curva de salida	50 km /h
Pendiente	Menor al 3%

Fuente: propia

A partir de los parametros de diseño de rampas considerados anteriormente y las cuadros contenidos en el Anexo 18 , se tiene la siguientes longitudes de aceleración, desaceleración y transiciones:

Tabla 106: Características de carriles de aceleración y desaceleración de Intersección Jesús María.

Tipo de Carril de Aceleración o desaceleración	Tipo Paralelo
Longitud de Aceleración	115 m
Ancho de carril de Aceleración.	3.60 m
Transición carril de Aceleración	90 m
Longitud de desaceleración	90 m
Ancho de carril de desaceleración	3.60 m
Transición carril de desaceleración	75 m

Fuente: propia

En la siguiente ilustración se muestra la propuesta de solución para Intersección Jesús María.



Ilustración 155: Diseño geométrico de Intersección Jesús María

Fuente: Propia



Ilustración 156: Vistas en 3 dimensiones de la Intersección Jesús María.

Fuente: Propia

Intersección Ceiba.

La intersección Ceiba permite el movimiento de tránsito con origen-destino de los poblados de Ceiba, Uvita y Cascajal. Para esta intersección se supone que este intercambio vial va a tener un volumen de tránsito en la Ruta cantonal de al menos 10 mil vehículos/día. Con respecto a la composición vehicular se considera que por esta intersección transitarán principalmente vehículos livianos, camiones, buses y cabezal con semirremolque.

En la Ilustración 157 se presenta un diagrama de movimientos con la propuesta de solución, el cual consta de 3 rampas de salida del CIVO, 2 rampas de entrada al CIVO y la construcción de una rotonda, ya que se prevé que el mayor flujo vehicular proviene de los poblados Ceiba, Cascajal y Uvita ubicados en el sector Oeste del CIVO. Por otra parte, debido a que los terrenos disponibles al Este de la intersección son escasos, se considera que el tránsito proveniente de este sector es menor, por lo que para permitir el acceso de estos vehículos al CIVO se propone la construcción de una rotonda que permita el giro y la conexión con las rampas de entra y salida del CIVO con seguridad.

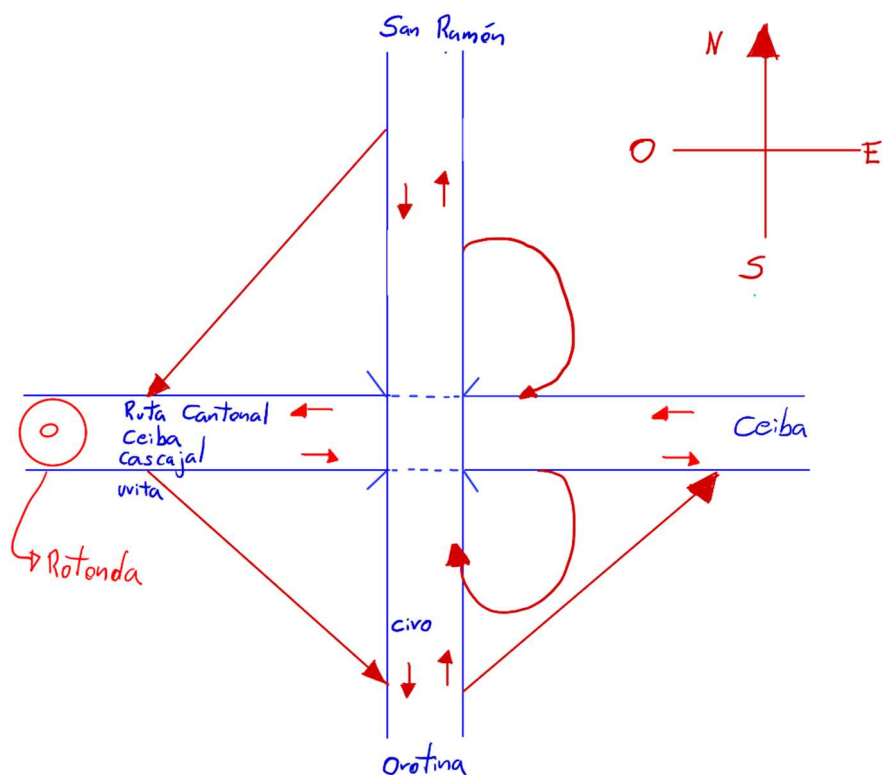


Ilustración 157: Diagrama de Movimiento Intersección Ceiba.

Fuente: Propia

Las rampas o vías de enlace de la intersección que conectan con el CIVO y ruta cantonal, se considera que deben tener carriles de aceleración y desaceleración “Tipo paralelo” con el fin de aumentar la capacidad en las intersecciones y brindar mayor seguridad vial a los usuarios.

Para el diseño de los carriles de aceleración, desaceleración se considerarán los siguientes parámetros de diseño:

Tabla 107: Parámetros de diseño de carriles de aceleración y desaceleración de Intersección Ceiba.

Velocidad de diseño CIVO	80 km/h
Velocidad de diseño Ruta Cantonal	50 km/h
Velocidad al Inicio de Carril de Aceleración	50 km /h
Velocidad de Diseño en curva de salida	50 km /h
Pendiente	Menor al 3%

Fuente: propia

A partir de los parametros de diseño de rampas considerados anteriormente y las cuadros contenidos en el Anexo 18 , se tiene la siguientes longitudes de aceleración, desaceleración y transiciones:

Tabla 108: Características de carriles de aceleración y desaceleración de Intersección Ceiba.

Tipo de Carril de Aceleración o desaceleración	Tipo Paralelo
Longitud de Aceleración	115 m
Ancho de carril de Aceleración.	3.60 m
Transición carril de Aceleración	90 m
Longitud de desaceleración	90 m
Ancho de carril de desaceleración	3.60 m
Transición carril de desaceleración	75 m

Fuente: propia

En la siguiente ilustración se muestra la propuesta de solución para Intersección Ceiba.

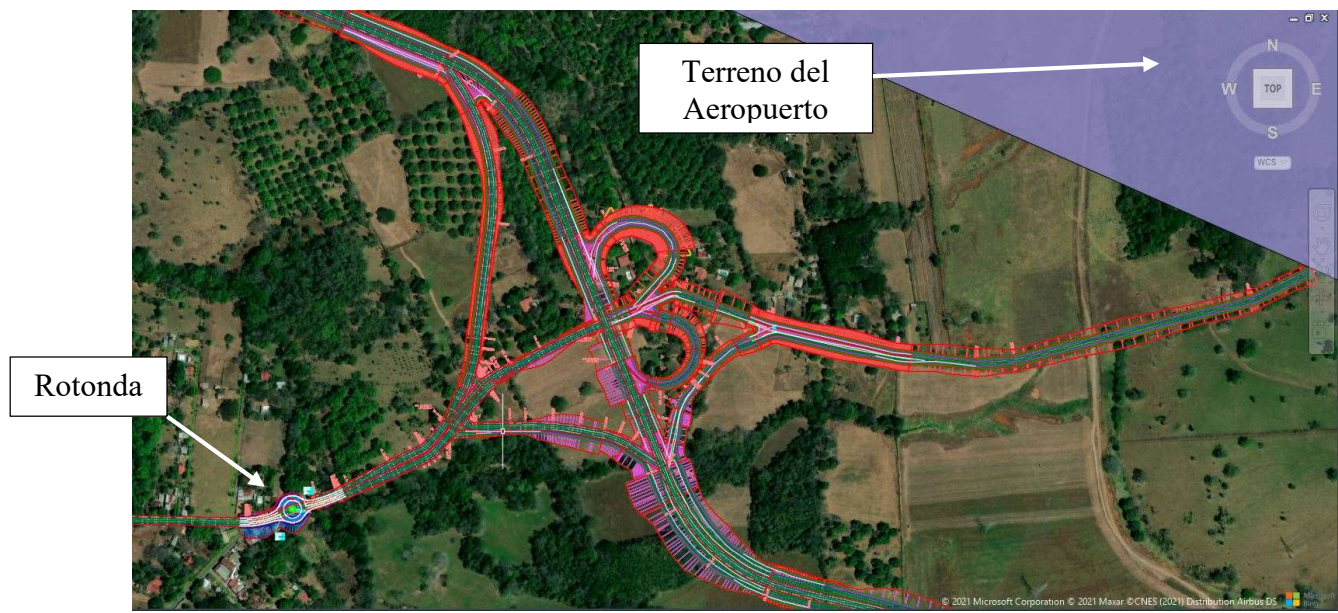


Ilustración 158: Diseño geométrico de Intersección Ceiba

Fuente: Propia



Ilustración 159: Vistas en 3 dimensiones de la Intersección Ceiba.

Fuente: Propia

Intersección CIVO-Ruta Nacional 757.

La intersección CIVO-Ruta Nacional 757 permite el movimiento de tránsito con origen-destino de los poblados de Pozón, Pacífico Central (cantones de Garabito, Aguirre), Pacífico Sur (Cantón de Corredores Osa), “Aeropuerto Internacional Metropolitano” y el cantón de Orotina. Para esta intersección se supone que este intercambio vial va a tener un volumen de tránsito en la Ruta Nacional 757 de al menos 10 mil vehículos/día. Con respecto a la composición vehicular se considera que por esta intersección transitarán vehículos livianos, camiones, buses y cabezal con semirremolque. En la Ilustración 160 se presenta un diagrama de movimientos con la propuesta de solución.

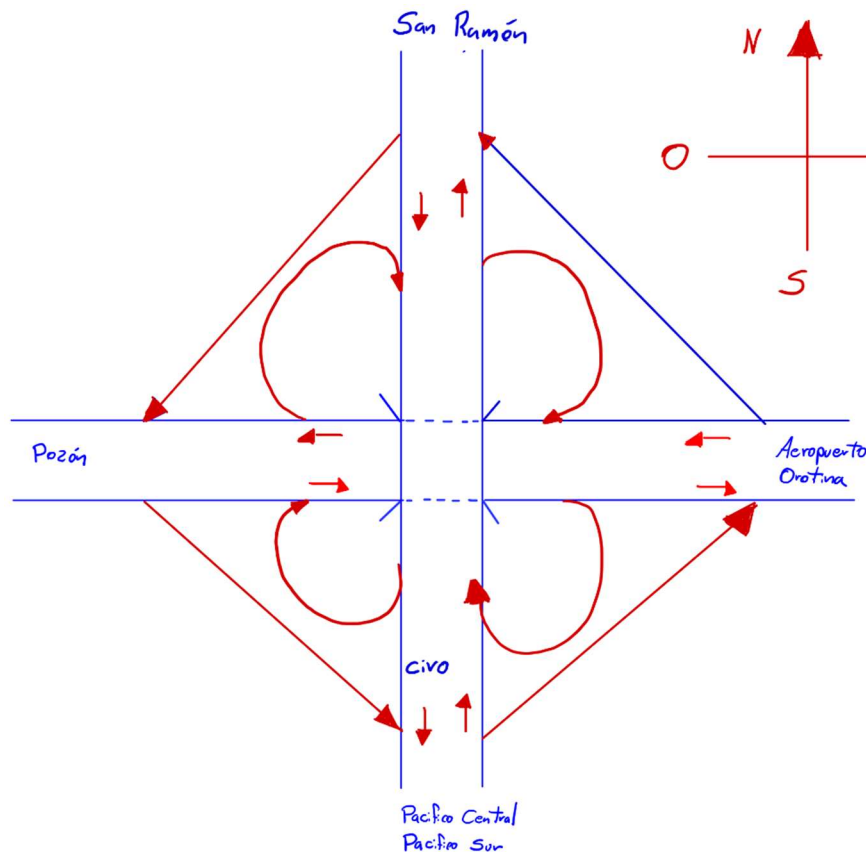


Ilustración 160: Diagrama de Movimiento Intersección CIVO-Ruta Nacional 757.

Fuente: Propia

Las rampas o vías de enlace de la intersección que conectan con el CIVO y ruta nacional 757, se considera que deben tener carriles de aceleración y desaceleración “Tipo paralelo” con el fin de aumentar la capacidad en las intersecciones y brindar mayor seguridad vial a los usuarios.

Para el diseño de los carriles de aceleración, desaceleración se considerarán los siguientes parámetros de diseño:

Tabla 109: Parámetros de diseño de carriles de aceleración y desaceleración de Intersección CIVO-Ruta Nacional 757.

Velocidad de diseño CIVO	80 km/h
Velocidad de diseño Ruta Nacional 757	50 km/h
Velocidad al Inicio de Carril de Aceleración	50 km /h
Velocidad de Diseño en curva de salida	50 km /h
Pendiente	Menor al 3%

Fuente: propia

A partir de los parametros de diseño de rampas considerados anteriormente y las cuadros contenidos en el Anexo 18 , se tiene la siguientes longitudes de aceleración, desaceleración y transiciones:

Tabla 110: Características de carriles de aceleración y desaceleración de Intersección CIVO-Ruta Nacional 757.

Tipo de Carril de Aceleración o desaceleración	Tipo Paralelo
Longitud de Aceleración	115 m
Ancho de carril de Aceleración.	3.60 m
Transición carril de Aceleración	90 m
Longitud de desaceleración	90 m
Ancho de carril de desaceleración	3.60 m
Transición carril de desaceleración	75 m

Fuente: propia

En la siguiente ilustración se muestra la propuesta de solución para Intersección Civo-Ruta Nacional 757.



Ilustración 161: Diseño geométrico de Intersección Civo-Ruta Nacional 757

Fuente: Propia



Ilustración 162: Vistas en 3 dimensiones de la Intersección Civo-Ruta Nacional 757.

Fuente: Propia

Intersección Acceso Aeropuerto.

La intersección Acceso Aeropuerto permite el movimiento de tránsito con origen-destino el “Aeropuerto Internacional Metropolitano”. Para esta intersección se supone que este intercambio vial va a tener un volumen de tránsito en la Ruta Nacional 757 de al menos 10 mil vehículos/día. Con respecto a la composición vehicular se considera que por esta intersección transitarán vehículos livianos camiones y buses. En la Ilustración 163 se presenta un diagrama de movimientos con la propuesta de solución.

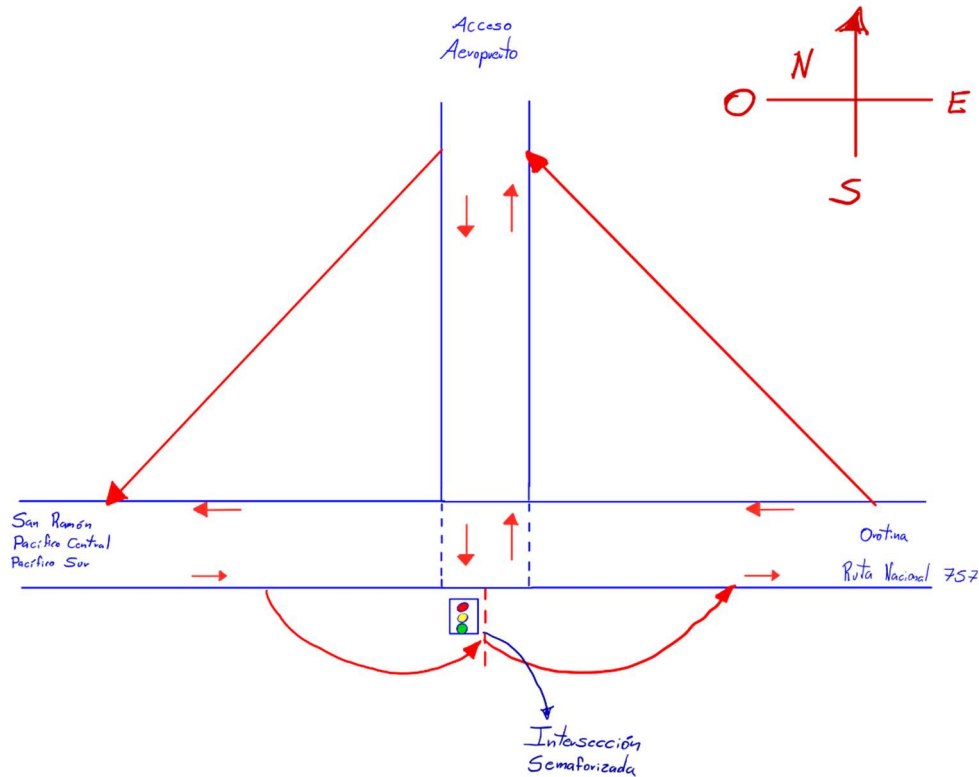


Ilustración 163: Diagrama de Movimiento Intersección Acceso Aeropuerto.

Fuente: Propia

Las rampas o vías de enlace de la intersección que conectan con el acceso al Aeropuerto y la Ruta Nacional 757, se considera que deben tener carriles de aceleración y desaceleración “Tipo paralelo” con el fin de aumentar la capacidad en las intersecciones y brindar mayor seguridad vial a los usuarios.

Se considera este tipo de intersección, debido a que existe paralelo a la ruta nacional 757 una línea ferrea que limita el espacio disponible para desarrollar otro tipo de intersección, por ejemplo una rotonda. Por lo que se recomienda realizar en estudios posteriores el analisis de desplazar el aliniamiento de la Ruta Nacional 757 en este sector, con el fin de tener mas espacio para desarrollar una intersección de mayor capacidad vehicular.

Para el diseño de los carriles de aceleración, desaceleración se considerarán los siguientes parámetros de diseño:

Tabla 111: Parámetros de diseño de carriles de aceleración y desaceleración de Intersección Acceso Aeropuerto.

Velocidad de diseño Ruta Nacional 757	50 km/h
Velocidad de diseño Acceso Aeropuerto	20 km/h
Velocidad al Inicio de Carril de Aceleración	20 km /h
Velocidad de Diseño en curva de salida	20 km /h
Pendiente	Menor al 3%

Fuente: propia

A partir de los parametros de diseño de rampas considerados anteriormente y las cuadros contenidos en el Anexo 18 , se tiene la siguientes longitudes de aceleración, desaceleración y transiciones:

Tabla 112: Características de carriles de aceleración y desaceleración de Intersección Acceso Aeropuerto.

Tipo de Carril de Aceleración o desaceleración	Tipo Paralelo
Longitud de Aceleración	50 m
Ancho de carril de Aceleración.	3.60 m
Transición carril de Aceleración	90 m
Longitud de desaceleración	70 m
Ancho de carril de desaceleración	3.60 m
Transición carril de desaceleración	75 m

Fuente: propia

En la siguiente ilustración se muestra la propuesta de solución para Intersección Acceso Aeropuerto.



Ilustración 164: Diseño geométrico de Intersección Acceso Aeropuerto.

Fuente: Propia



Ilustración 165: Vistas en 3 dimensiones de la Intersección Acceso Aeropuerto.

Fuente: Propia

Intersección Ruta 156 y Ruta 135.

Con el fin de dar conexión del sistema de BRT del CIVO con la terminal intermodal de San Ramón (ver Ilustración 140), se identifica la necesidad de intervenir las Rutas Nacionales 156 y 135 y la intersección que existen entre estas, lo anterior con el fin de que el sistema de BRT no afecte la entrada y salida de vehículos del cantón de San Ramón. En la Ilustración 166 se muestra la intersección en estudio.

Esta intersección permite el movimiento de tránsito con origen destino el cantón de San Ramón, se ubica sobre rutas nacionales secundarias y terciarias con TPDA de 12300 vehículos en la Ruta Nacional 156 y alrededor de 5000 vehículos en la Ruta Nacional 135, según información contenida en el Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT). Actualmente esta intersección es semaforizada con un carril de giro a la derecha para agilizar la salida de los vehículos con origen el distrito de San Ramón.



Ilustración 166: Mapa de ubicación de la Intersección Rutas Nacional 156, 135 y 703.

Fuente: Propia

A partir del volumen de tránsito esperado y considerando que con la implementación del BRT se requiere de carriles exclusivos de buses, se recomienda modificar esta intersección a una rotonda como se muestra en las siguientes ilustraciones.

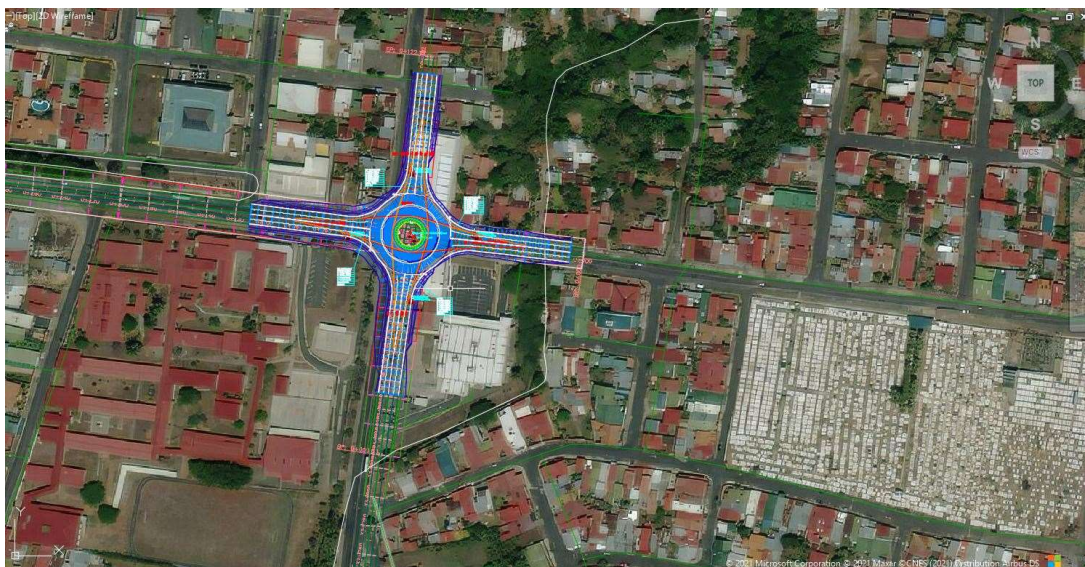


Ilustración 167: Diseño geométrico de Intersección Rutas Nacionales 156, 135 y 703.

Fuente: Propia



Ilustración 168: Rotonda Intersección Rutas Nacional 156, 135 y 703.

Fuente: Propia

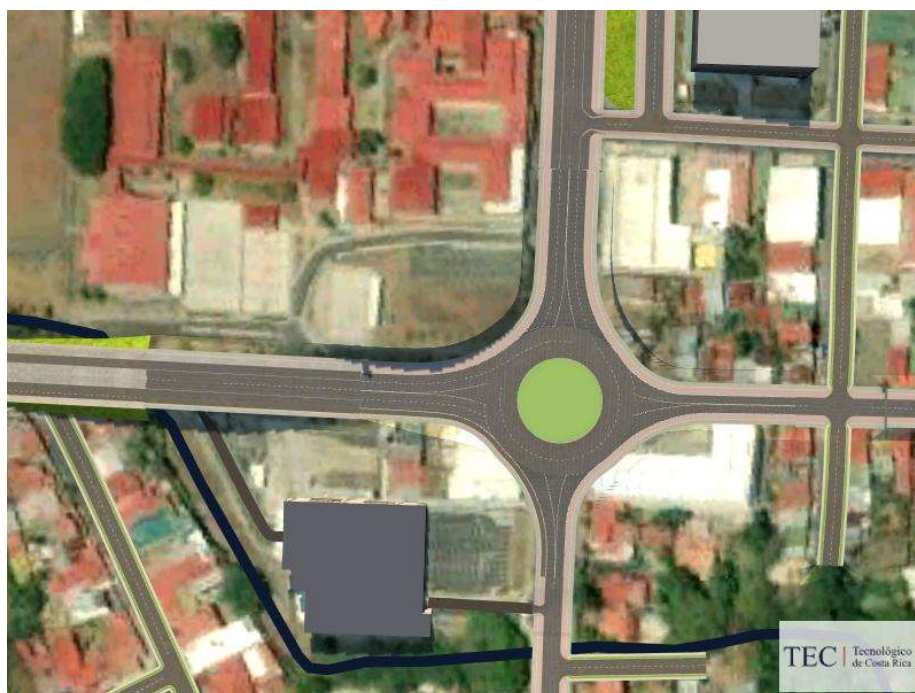


Ilustración 169: Rotonda Intersección Rutas Nacional 156, 135 y 703.

Fuente: Propia

4.3.4. Estimación de los tiempos de viaje entre San Ramón y la entrada al “Aeropuerto

Internacional Metropolitano”

Para determinar los beneficios del "Corredor de Interconexión Vial Occidente" se estimó los tiempos de viaje entre el cantón de San Ramón hasta el lugar donde se construirá la entrada del Aeropuerto de Orotina; para esto se realizó un recorrido en vehículo por las rutas nacionales existentes (Ruta Nacional 1, Ruta Nacional 23, la Ruta Nacional 27 y Ruta Nacional 757), las cuales comunican los cantones de San Ramón, Puntarenas y Orotina, lo anterior con el fin de contrastar con el posible tiempo de viaje que durarían los viajeros por el Corredor en estudio.

Tabla 113: Tiempo de viaje entre el Cantón de San Ramón y el “Aeropuerto Internacional Metropolitano” ubicado en Orotina por rutas existentes.

Puntos de referencia	Duración entre puntos (h: min: seg)	Duración total (h: min: seg)	Kilometraje vehículo utilizado	Distancia entre San Ramón y el Aeropuerto, km (11 de enero del 2020)
Intersección San Ramón	0:00:00	0:00:00	25 026	0,00
Cruce Esparza	0:37:38	0:37:38	25 058	32,00
Intersección RN 1-Puntarenas	0:07:55	0:45:33	25 065	7,00
Cruce Intersección RN 23-Puntarenas Centro	0:05:32	0:51:05	25 069	4,00
Inicio Ruta 27	0:07:15	0:58:20	25077	8,00
Orotina Centro Cementerio	0:25:33	1:23:53	25 102	25,00
Entrada Aeropuerto Internacional Metropolitano	0:05:19	1:29:12	25 106	4,00
Total				80,00

Fuente: Propia.

Como se muestra en la Tabla 113, a partir del recorrido realizado en vehículo se obtuvo una duración entre la intersección de San Ramón y la ubicación de la futura entrada del Aeropuerto de una hora veintinueve minutos con doce segundos (1:29:12), el cual se obtiene una velocidad promedio de recorrido de 53.82 km/h.

A partir de los progresivas de los alineamientos del CIVO y Ruta Nacional 757 entre la intersección de San Ramón y la entrada del Aeropuerto, se determinó el tiempo de viaje que tardaría un conductor en un vehículo privado al transitar por el "Corredor de Interconexión Vial Occidente", para esto se utilizó una velocidad promedio de 53.82 km/h, el cual corresponde a la velocidad promedio obtenida en el recorrido realizado el 11 de enero del 2020. Como resultado de lo anterior se obtuvo que el conductor promedio duraría 40 minutos en llegar al nuevo aeropuerto, como se muestra a continuación.

Tabla 114: Tiempo de viaje entre el Cantón de San Ramón y el “Aeropuerto Internacional Metropolitano” ubicado en Orotina por el "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO).

Puntos de referencia	Alineamiento	Estaciones	Distancia entre puntos (metros)	Distancia entre puntos (km)	Velocidad (km/h)	Duración total (horas)	Duración total (horas: minutos: segundos)
Intersección Ruta Nacional 1-CIVO.	CIVO	33+340	32600	32,600	53,82	0,672	0:40:18
Intersección Civo-Ruta Nacional 757		0+740					
Rampa Intersección Civo-Ruta Nacional 757		0+000					
	Rampa Intersección Civo-Ruta Nacional 757	0+342,5					
Intersección Civo-Ruta Nacional 757	Corredor de acceso al Aeropuerto	0+240	3200	3,200	53,82		
Intersección Acceso Aeropuerto		3+440					

Total 36,143

Fuente: Propia.

Adicionalmente, se estima el tiempo de viaje que tardaría un pasajero del BRT en transitar entre la intersección de San Ramón y la entrada del Aeropuerto, para esto se utilizó las siguientes velocidades de viaje:

- Entre la intersección de la Ruta Nacional 1 y la intersección San Rafael se considera una velocidad de 25 km/h, ya que incluye el tiempo de parada del autobús, de entrada y salida de pasajeros de pasajeros. Esta velocidad corresponde a la velocidad comercial promedio que se considera aceptable para un sistema de BRT (Wright & Hook, 2010).
- Entre la intersección San Rafael y la intersección Jesús María se considera una velocidad de 53.82 km/h, el cual corresponde a la velocidad obtenida en el recorrido realizado el 11 de enero del 2020, ya que en este trayecto no hay paradas intermedias.
- Entre la intersección Jesús María y la intersección CIVO-RN 757 se considera una velocidad de 25 km/h, ya que incluye el tiempo de parada del autobús, de entrada y salida de pasajeros.
- Entre la intersección CIVO-RN 757 y la intersección Acceso al Aeropuerto se considera una velocidad de 25 km/h, ya que incluye el tiempo de parada del autobús, de entrada y salida de pasajeros.

Como resultado de lo anterior se obtuvo que el pasajero duraría una 1:02:35 (una hora dos minutos con 35 segundos) en llegar al nuevo aeropuerto, como se muestra a continuación.

Tabla 115: Tiempo de viaje en BRT entre el Cantón de San Ramón y el “Aeropuerto Internacional Metropolitano” ubicado en Orotina por el "Corredor de Interconexión Vial Occidente” (CIVO).

Puntos de referencia	Alineamiento	Estaciones	Distancia entre puntos (metros)	Distancia entre puntos (km)	Velocidad (km/h)	Duración total (horas)	Duración total (horas: minutos: segundos)
Intersección Ruta Nacional 1-CIVO.	CIVO	33+340	2280	2,280	25,00	0,091	1:02:35
Intersección Civo-San Rafael		31+060					
Intersección Civo-San Rafael	CIVO	31+060	18560	18,560	53,82	0,345	
Intersección Jesús María, Civo-Ruta 131		12+500					
Intersección Jesús María, Civo-Ruta 131		12+500				0,470	
Intersección Civo-Ruta Nacional 757		CIVO					
Rampa Intersección Civo-Ruta Nacional 757	Rampa Intersección Civo-Ruta Nacional 757	0+000	342,5	0,343	40,00	0,009	
		0+342,5					
Intersección Civo-Ruta Nacional 757	Corredor de acceso al Aeropuerto	0+240	3200	3,200	25,00	0,128	
Intersección Acceso Aeropuerto		3+440					
Total			36,143		1,043		

Fuente: Propia.

De los datos obtenidos, se determinó que el "Corredor de Interconexión Vial Occidente" reduce los tiempos de viaje de los vehículos privados entre el cantón de San Ramón y el cantón de Orotina en un 54.8% (aproximadamente 49 minutos), el cual corresponde a la mitad del tiempo que se duraría el conductor promedio por las rutas existentes.

Con respeto al sistema BRT, se determinó que este sistema reduce los tiempos de viaje entre el cantón de San Ramón y el cantón de Orotina en un 29.8% (aproximadamente 27 minutos), en comparación con el tiempo de viaje que se duraría si se tomara las rutas nacionales existentes (Ruta Nacional 1, Ruta Nacional 23, la Ruta Nacional 27 y Ruta Nacional 757).

4.4. Determinar el costo de la propuesta de infraestructura vial del corredor en dos escenarios y a partir de los resultados obtenidos escoger la opción más viable.

Para determinar el costo de la propuesta de infraestructura vial del "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO), se realizó una estimación del posible costo a partir de un presupuesto global, en el cual se cuantificaron los principales ítems de pago y sus precios unitarios, con el fin de obtener la magnitud de las inversiones requeridas en este tipo de proyectos viales. A continuación, se detalla los resultados obtenidos.

4.4.1. Cálculo de cantidades.

Para el cálculo de cantidades se utilizaron diferentes métodos de cuantificación de los ítems de pago, lo anterior es debido a que en esta etapa algunos elementos se tiene el detalle suficiente y en otros aún no se tienen, ya que son parte de la etapa de “Diseño del proyecto”, por ejemplo: diseño detallado de estructuras de puentes y muros de contención.

4.4.1.1. Movimiento de tierra:

Para la cuantificación de los movimientos de tierra (corte y relleno) se utilizó el método “Área promedio” con el programa Civil 3D, para lo cual se definieron “Líneas de muestreo” (Sample Line) en tangentes cada 20 metros, en curvas cada 5 metros y en intersecciones cada 2 metros, con el fin de que el método de cálculo de como resultado una estimación adecuada de cantidades.

En los Anexo 19 y Anexo 20 se presentan los resultados obtenidos para Calle de acceso al Aeropuerto Metropolitano y el CIVO. De forma de resumen a continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada corredor vial.

Tabla 116: Cantidades de corte y relleno Calle acceso al Aeropuerto Metropolitano (Ruta Nacional 757 y Calle Pozón).

Estación	Cantidad Corte	Cantidad Relleno	Unidades
0+000 - 6+896	585 961,17	189 771,95	m³

Fuente: propia

Tabla 117: Cantidades de corte y relleno Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO)

Estación	Cantidad Corte	Cantidad Relleno	Unidades
0+330 - 1+055	0,10	57 849,30	m³
1+055 - 3+400	197 614,73	312 128,00	m³
3+424 - 6+600	457 957,49	483 928,06	m³
6+920 - 11+459	518 013,88	1 076 781,70	m³
11+660 - 12+470	105 486,49	85 489,45	m³
12+510 - 21+140	24 134 850,65	1 833 830,37	m³
21+360 - 24+757	24 327 276,89	85 178,77	m³
26+314 - 31+055	23 745 936,93	439 901,95	m³
31+221 - 32+183	75 962,02	298 770,46	m³
32+740 - 33+266	69 979,15	6 855,63	m³

73 633 078,33 4 680 713,69

Fuente: propia

4.4.1.2. Obras de estabilización de Tierra

Los muros de contención requeridos a lo largo del CIVO son de dos tipos “Muro de Tierra Armada” y “Muros de concreto reforzado”, los cuales fueron cuantificados de forma paramétrica a partir de sus dimensiones (largo y altura) y a criterio profesional, ya que el diseño detallado de cada muro de contención corresponde realizarlo en la etapa de diseño final del proyecto.

Para los muros de tierra armada se consideró que estos se van a construir con “Gaviones, tipo terramesh de 6 m de cola” y su relleno se construirá con un material granular similar a un material de subbase, a continuación, se detalla la cantidad requerida para cada punto de estabilización.

Tabla 118: Cantidades de materiales Muros de Tierra Armada.

Estación	Altura Muro (m)	Largo Muro (m)	Ancho relleno (m)	Volumen de Gaviones, tipo “Terramesh” 6m de cola (m³)	Volumen Sub base (m³)
23+315 - 23+350	10	35	6	350	2 100
23+350 - 23+400	16	50	6	800	4 800
23+400 - 23+450	20	50	6	1 000	6 000
23+450 - 23+500	15	50	6	750	4 500
23+500 - 23+525	8	25	6	200	1 200
23+860 - 23+900	13	40	6	520	3 120
23+900 - 24+010	24	110	6	2 640	15 840
24+010 - 24+055	26	45	6	1 170	7 020
24+055 - 24+105	21	50	6	1 050	6 300
24+105 - 24+155	14	50	6	700	4 200
24+155 - 24+195	7	40	6	280	1 680
				9 460	56 760

Fuente: propia

En el caso de los muros de concreto reforzado, para el cálculo de cantidades se utilizó un diseño para una altura de muro de 5.50 m en donde se estimó el volumen de concreto y acero por metro lineal. De este diseño se obtuvo que se requiere aproximadamente de 98.19 kilogramos de acero por metro cúbico de concreto del muro, a continuación, se presenta las cantidades obtenidas por cada punto de estabilización.

Tabla 119: Cantidades de materiales Muros de Concreto reforzado.

Ubicación	Altura del Muro (m)	Largo del Muro	Volumen de concreto m³/ml de muro	Cantidad Acero kg/m³	Cantidad de Concreto f'c = 280 kg/cm² (m³)	Cantidad Acero Grado 60 (kg)
Intersección y Calle Acceso Aeropuerto	5,5	509,6	6,375	98,19	3 248,70	319 003,23
Intersección CIVO-Ruta Nacional 757	5,5	563	6,375	98,19	3 589,13	352 430,96
Estaciones 31+095 hasta 31+425	5,5	250	6,375	98,19	1 593,75	156 496,88
Intersección CIVO-Ruta Nacional 1	5,5	455	6,375	98,19	2 900,63	284 824,31

Fuente: propia

4.4.1.3. Puentes:

Para los puentes y obras de drenaje mayor, se estimó las dimensiones de cada una de estas estructuras por elemento, por ejemplo: bastiones, pilas, superestructura, losa de aproximación y escolleras, las cuales fueron cuantificadas por metro cuadrado o metro lineal del elemento, como se explicó al inicio del apartado 4.4.1. A continuación, se presenta las cantidades obtenidas por cada estructura tipo puente.

Tabla 120: Cantidades de materiales de Puentes.

Descripción	Cantidad	Unidad
Intersección y Calle Acceso Aeropuerto		
Puente Longitud: 27 m, ancho 43,2 m, altura Bastión 9 m		
Cimentaciones	86,40	ml
Bastiones	777,60	m ²
Superestructura	1 166,40	m ²
Losa de aproximación	87,40	ml
Intersección CIVO-Ruta Nacional 757		
Puente Longitud: 65 m, ancho 37,40 m, altura Bastión 9 m		
Cimentaciones	74,80	ml
Bastiones	673,20	m ²
Superestructura	2 431,00	m ²
Losa de aproximación	74,80	ml
Puentes		
Puente sobre Río Machuca Longitud: 300 m , ancho 33,8 m, altura Bastión 6 m		
Cimentaciones	67,60	ml
Bastiones	405,60	m ²
Concreto para Pilas	6 992,44	m ³
Acero para pilas	686 616,94	kg
Superestructura	10 140,00	m ²
Losa de aproximación	67,60	ml
Puente sobre Quebrada Grande Longitud: 80 m, ancho 33,8 m, altura Bastión 8,0 m		
Cimentaciones	67,60	ml
Bastiones	540,80	m ²
Enrocado Colocado Piedra ligada con mortero	284,70	m ³
Concreto para Pilas	470,46	m ³
Acero para pilas	46 196,33	kg
Superestructura	2 704,00	m ²
Baranda metálica para puentes MZ	160,00	m
Losa de aproximación	67,60	ml

Tabla 120: (continuación) Cantidades de materiales de Puentes.

Descripción	Cantidad	Unidad
Puente sobre Quebrada Chumical Longitud: 40 m, ancho 33,8 m, altura Bastión 12 m		
Cimentaciones	67,60	ml
Bastiones	811,20	m ²
Enrocado Colocado Piedra ligada con mortero	284,70	m ³
Concreto para Pilas	512,04	m ³
Acero para pilas	50 279,24	kg
Superestructura	1 352,00	m ²
Baranda metálica para puentes MZ	80,00	m
Losa de aproximación	67,60	ml
Puente sobre Quebrada Sin Nombre 1 Longitud: 80 m, ancho 33,8 m, altura bastión 8 m		
Cimentaciones	67,60	ml
Bastiones	540,80	m ²
Enrocado Colocado Piedra ligada con mortero	284,70	m ³
Concreto para Pilas	698,32	m ³
Acero para pilas	68 570,77	kg
Superestructura	2 704,00	m ²
Baranda metálica para puentes MZ	160,00	m
Losa de aproximación	67,60	ml
Puente sobre Quebrada Sin Nombre 2 Longitud: 60 m, ancho 33,8 m, altura bastión 8 m		
Cimentaciones	67,60	ml
Bastiones	540,80	m ²
Enrocado Colocado Piedra ligada con mortero	284,70	m ³
Concreto para Pilas	586,40	m ³
Acero para pilas	57 580,96	kg
Superestructura	2 028,00	m ²
Baranda metálica para puentes MZ	120,00	m
Losa de aproximación	67,60	ml
Puente sobre Río Salto Longitud: 180 m, ancho 45,8 m, altura bastión 6 m		
Cimentaciones	91,60	ml
Bastiones	549,60	m ²
Enrocado Colocado Piedra ligada con mortero	362,70	m ³
Concreto para Pilas	2 719,16	m ³
Acero para pilas	267 005,22	kg
Baranda metálica para puentes MZ	360,00	m
Superestructura	8 244,00	m ²
Losa de aproximación	91,60	ml

Tabla 120: (continuación) Cantidades de materiales de Puentes.

Descripción	Cantidad	Unidad
Puente Derecha sobre Río Jesús Longitud: 95 m, ancho 21,1 m, altura bastión 6 m		
Cimentaciones	42,20	ml
Bastiones	253,20	m ²
Enrocado Colocado Piedra ligada con mortero	202,75	m ³
Concreto para Pilas	917,70	m ³
Acero para pilas	90 112,59	kg
Baranda metálica para puentes MZ	190,00	m
Superestructura	2 004,50	m ²
Losa de aproximación	43,00	ml
Puente Izquierda sobre Río Jesús Longitud: 95 m, ancho 21,1 m, altura bastión 6 m		
Cimentaciones	42,20	ml
Bastiones	253,20	m ²
Enrocado Colocado Piedra ligada con mortero	202,75	m ³
Concreto para Pilas	980,88	m ³
Acero para pilas	96 316,50	kg
Baranda metálica para puentes MZ	190,00	m
Superestructura	2 004,50	m ²
Losa de aproximación	43,00	ml
Puente 1 sobre Río Grande Longitud: 35 m, ancho 45,8 m, altura bastión 8 m		
Cimentaciones	91,60	ml
Bastiones	732,80	m ²
Enrocado Colocado Piedra ligada con mortero	362,70	m ³
Concreto para Pilas	591,19	m ³
Acero para pilas	58 051,50	kg
Baranda metálica para puentes MZ	70,00	m
Superestructura	1 603,00	m ²
Losa de aproximación	91,60	ml
Puente 2 sobre Río Grande Longitud: 564 m, ancho 36,9 m, altura bastión 6 m		
Cimentaciones	73,80	ml
Bastiones	442,80	m ²
Enrocado Colocado Piedra ligada con mortero	304,85	m ³
Concreto para Pilas	10 747,37	m ³
Acero para pilas	1 055 328,37	kg
Baranda metálica para puentes MZ	1 128,00	m
Superestructura	20 811,60	m ²
Losa de aproximación	73,80	ml

Tabla 120: (continuación) Cantidades de materiales de Puentes.

Descripción	Cantidad	Unidad
Puente 1 Paso sobre Ruta Longitud: 35 m, ancho 36,9 m, altura bastión 6 m		
Cimentaciones	73,80	ml
Bastiones	590,40	m ²
Baranda metálica para puentes MZ	70,00	m
Superestructura	1 291,50	m ²
Losa de aproximación	73,80	ml
Intersección Ceiba		
Puente Longitud: 30 m, ancho 37,40 m, altura Bastión 9 m		
Cimentaciones	74,80	ml
Bastiones	673,20	m ²
Superestructura	1 122,00	m ²
Losa de aproximación	74,80	ml
Intersección Jesús María		
Puente Longitud: 60 m, ancho 55,86 m, altura Bastión 9 m		
Cimentaciones	111,72	ml
Bastiones	1 005,48	m ²
Superestructura	3 351,60	m ²
Losa de aproximación	111,72	ml
Intersección San Rafael		
Puente Longitud: 50 m, ancho 52,7 m, altura Bastión 9 m		
Cimentaciones	105,40	ml
Bastiones	948,60	m ²
Superestructura	2 635,00	m ²
Losa de aproximación	105,40	ml
Intersección CIVO-Ruta Nacional 1		
Puente Longitud: 40 m, ancho 31,40 m, altura Bastión 9 m		
Cimentaciones	62,80	ml
Bastiones	565,20	m ²
Superestructura	1 256,00	m ²
Losa de aproximación	62,80	ml

Fuente: propia

4.4.1.4. Túneles viales:

Para el cálculo de materiales de los túneles viales se estimó cada uno de estos a partir del diseño geométrico de cada elemento que lo compone. A continuación, se presenta las cantidades obtenidas por cada estructura tipo túnel.

Tabla 121: Cantidades de materiales de Túneles viales.

Túneles	Cantidad	Unidad
Instalaciones Temporales	1,00	glb
Excavación de portales, Túnel 1 longitud 1,453km	50 000,00	m³
Excavación de portales, Túnel 2 longitud 1,447 km	50 000,00	m³
Excavación Subterránea, Túnel 1	409 363,00	m³
Excavación Subterránea, Túnel 2	409 363,00	m³
Revestimiento de concreto Túnel 1	65 516,00	m³
Revestimiento de concreto Túnel 2	65 516,00	m³
Sistemas Electromecánicos Túnel 1	1,00	glb
Sistemas Electromecánicos Túnel 2	1,00	glb
Excavación de préstamo selecto, Caso 2, para construcción de terraplenes, con CBR>10	116 022,00	m³
Construcción de terraplenes	116 022,00	m³

Fuente: propia y (Instituto Costarricense de Electricidad, 2020)

4.4.1.5. Ciclovías, señalización vial horizontal, barreras de contención vehicular, aceras, cordón y

caño:

Para el cálculo de materiales de ciclovías, señalización vial horizontal, barreras de contención vehicular, aceras, cordón y caño, se estimó sus cantidades por metro lineal, a partir de mediciones realizadas con el programa Civil 3D.

Tabla 122: Cantidades de materiales ciclovías, señalización vial horizontal, barreras de contención vehicular, aceras, cordón y caño.

Descripción	Cantidad	Unidad
Ampliación de la Ruta Nacional 757		
Infraestructura para el Ciclista		
Mezcla Asfáltica (espesor 5 cm)	3 053,66	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	24 826,46	l
Material de secado	496,53	m³
Suministro, colocación y compactación de base granular	4 965,29	m³
Sub base de agregados, graduación C	7 447,94	m³
Barrera New Jersey	6 896,24	ml
Infraestructura para el Peatón		
Construcción de aceras	28 784,96	m²
Cordón y cuneta de cemento hidráulico	13 792,48	ml
Señalización Vial		
Señalamiento tipo A (Línea continua blanca)	27,58	km
Señalamiento tipo I (Línea Intermitente blanca)	6,90	km
Señalamiento tipo I (Línea Continua amarilla)	4,60	km
Intersección y Calle Acceso Aeropuerto		
Infraestructura para el Ciclista		
Mezcla Asfáltica (espesor 5 cm)	291,81	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	2 372,40	l
Material de secado	47,45	m³
Suministro, colocación y compactación de base granular	474,48	m³
Sub base de agregados, graduación C	711,72	m³
Barrera New Jersey	659,00	ml
Infraestructura para el Peatón		
Construcción de aceras	7 868,00	m²
Cordón y cuneta de cemento hidráulico	2 616,00	ml
Señalización Vial		
Señalamiento tipo A (Línea continua blanca)	2,62	km
Intersección CIVO-Ruta Nacional 757		
Infraestructura para el Ciclista		
Mezcla Asfáltica (espesor 5 cm)	246,00	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	2 000,00	l
Material de secado	40,00	m³
Suministro, colocación y compactación de base granular	400,00	m³
Sub base de agregados, graduación C	600,00	m³
Barrera New Jersey	500,00	ml

Tabla 122: (continua) Cantidades de materiales ciclovías, señalización vial horizontal, barreras de contención vehicular, aceras, cordón y caño.

Descripción	Cantidad	Unidad
Infraestructura para el Peatón		
Construcción de aceras	6 220,00	m ²
Cordón y cuneta de cemento hidráulico	3 110,00	ml
Señalización Vial		
Señalamiento tipo A (Línea continua blanca)	3,11	km
CIVO		
Infraestructura para el Ciclista		
Mezcla Asfáltica (espesor 5 cm)	1 409,52	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	11 459,50	l
Material de secado	229,19	m ³
Suministro, colocación y compactación de base granular	2 291,90	m ³
Sub base de agregados, graduación C	3 437,85	m ³
Barrera New Jersey	3 440,00	ml
Infraestructura para el Peatón		
Construcción de aceras	58 552,00	m ²
Sistema Pluvial		
Cordón y cuneta de cemento hidráulico	29 276,00	ml
Canal Revestido Tipo IV, Concreto Hidráulico	72745,03	m ²
Señalización Vial		
Señalamiento tipo A (Línea continua blanca)	62,12	km
Señalamiento tipo I (Línea Intermitente blanca)	62,12	km
Intersección Ceiba		
Infraestructura para el Ciclista		
Mezcla Asfáltica (espesor 5 cm)	479,29	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	3 896,70	l
Material de secado	77,93	m ³
Suministro, colocación y compactación de base granular	779,34	m ³
Sub base de agregados, graduación C	1 169,01	m ³
Barrera New Jersey	1 257,00	ml
Infraestructura para el Peatón		
Construcción de aceras	12 960,00	m ²
Cordón y cuneta de cemento hidráulico	6 480,00	ml
Señalización Vial		
Señalamiento tipo A (Línea continua blanca)	6,48	km
Señalamiento tipo I (Línea Continua amarilla)	1,24	km
Intersección Jesús María		
Infraestructura para el Ciclista		
Mezcla Asfáltica (espesor 5 cm)	385,49	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	3 134,10	l
Material de secado	62,68	m ³
Suministro, colocación y compactación de base granular	626,82	m ³
Sub base de agregados, graduación C	940,23	m ³
Barrera New Jersey	1 011,00	ml
Infraestructura para el Peatón		
Construcción de aceras	8 492,00	m ²
Cordón y cuneta de cemento hidráulico	4 346,00	ml

Tabla 122: (continua) Cantidades de materiales ciclovías, señalización vial horizontal, barreras de contención vehicular, aceras, cordón y caño.

Descripción	Cantidad	Unidad
Señalización Vial		
Señalamiento tipo A (Línea continua blanca)	4,15	km
Señalamiento tipo I (Línea Continua amarilla)	1,12	km
Túneles		
Infraestructura para el Peatón		
Construcción de aceras	6 294,19	m ²
Sistema Pluvial		
Cordón y cuneta de cemento hidráulico	5 801,10	ml
Señalización Vial		
Señalamiento tipo A (Línea continua blanca)	5,80	km
Señalamiento tipo I (Línea Intermitente blanca)	2,90	km
Intersección San Rafael		
Infraestructura para el Ciclista		
Mezcla Asfáltica (espesor 5 cm)	589,66	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	4 794,00	l
Material de secado	95,88	m ³
Suministro, colocación y compactación de base granular	958,80	m ³
Sub base de agregados, graduación C	1 438,20	m ³
Barrera New Jersey	756,00	ml
Infraestructura para el Peatón		
Construcción de aceras	11 868,00	m ²
Cordón y cuneta de cemento hidráulico	3 494,00	ml
Señalización Vial		
Señalamiento tipo A (Línea continua blanca)	3,49	km
Señalamiento tipo I (Línea Continua amarilla)	1,22	km
Intersección CIVO-Ruta Nacional 1		
Infraestructura para el Peatón		
Construcción de aceras	5 180,00	m ²
Cordón y cuneta de cemento hidráulico	2 590,00	ml
Señalización Vial		
Señalamiento tipo A (Línea continua blanca)	2,59	km
Ampliación Ruta Nacional 135		
Infraestructura para el Ciclista		
Mezcla Asfáltica (espesor 5 cm)	702,50	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	5711,40	l
Material de secado	114,23	m ³
Suministro, colocación y compactación de base granular	1142,28	m ³
Sub base de agregados, graduación C	1713,42	m ³
Infraestructura para el Peatón		
Construcción de aceras	3426,84	m ²
Cordón y cuneta de cemento hidráulico	2284,56	ml
Señalización Vial		
Señalamiento tipo A (Línea continua blanca)	5711,40	km

Fuente: propia

4.4.1.6. Pavimentos:

Para el cálculo de materiales de los pavimentos rígidos, semirrígidos y flexibles se estimó sus cantidades en metro cúbicos, a partir de mediciones realizadas con el programa Civil 3D en el diseño elaborado. A continuación, se presenta las cantidades obtenidas por cada tipo de pavimento.

Tabla 123: Cantidades de materiales “Pavimento Rígido en carriles para BRT”.

Descripción	Cantidad	Unidad
Ampliación de la Ruta Nacional 757		
Capas de Pavimento Rígido		
Sub base de agregados, graduación C	10008	m³
Pavimento de concreto hidráulico MR 45 kg/cm2 para calzadas (22 cm espesor)	50040	m²
Intersección CIVO-Ruta Nacional 757		
Capas de Pavimento Rígido		
Sub base de agregados, graduación C	994	m³
Pavimento de concreto hidráulico MR 45 kg/cm2 para calzadas (22 cm espesor)	4970	m²
CIVO		
Capas de Pavimento Rígido		
Sub base de agregados, graduación C	60606,32	m³
Pavimento de concreto hidráulico MR 45 kg/cm2 para calzadas (22 cm espesor)	303031,6	m²
Barrera New Jersey	62 870,00	ml
Túneles		
Capas de Pavimento Rígido		
Sub base de agregados, graduación C	3944,748	m³
Pavimento de concreto hidráulico MR 45 kg/cm2 para calzadas (22 cm espesor)	19723,74	m²
Barrera New Jersey	2 900,55	ml
Ampliación Ruta Nacional 135		
Capas de Pavimento Rígido		
Sub base de agregados, graduación C	1644,8832	m³
Pavimento de concreto hidráulico MR 45 kg/cm2 para calzadas (22 cm espesor)	8224,416	m²

Fuente: propia

Tabla 124: Cantidades de materiales “Pavimento Semirrígido en carriles Mixtos”.

Descripción	Cantidad	Unidad
Ampliación de la Ruta Nacional 757		
Capas de Pavimento Semi Rígido		
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	27 347,18	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	85 513,38	l
Material de secado	1 710,27	m³
Suministro, colocación y compactación de base granular	35 915,62	m³
Cemento Portland para base estabilizada	3 411,98	ton
Sub base de agregados, graduación C	36 770,75	m³
Intersección y Calle Acceso Aeropuerto		
Capas de Pavimento Semi Rígido		
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	4 171,82	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	13 045,10	l
Material de secado	260,90	m³
Suministro, colocación y compactación de base granular	5 478,94	m³
Cemento Portland para base estabilizada	520,50	ton
Sub base de agregados, graduación C	5 609,39	m³

Tabla 124: (continuación) Cantidades de materiales “Pavimento Semirrígido en carriles Mixtos”.

Descripción	Cantidad	Unidad
Intersección CIVO-Ruta Nacional 757		
Capas de Pavimento Semi Rígido		
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	3 585,76	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	11 212,50	l
Material de secado	224,25	m³
Suministro, colocación y compactación de base granular	4 709,25	m³
Cemento Portland para base estabilizada	447,38	ton
Sub base de agregados, graduación C	4 821,38	m³
CIVO		
Capas de Pavimento Semi Rígido		
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	201 964,19	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	631 532,80	l
Material de secado	12 630,66	m³
Suministro, colocación y compactación de base granular	265 243,78	m³
Cemento Portland para base estabilizada	25 198,16	ton
Sub base de agregados, graduación C	271 559,10	m³
Intersección Ceiba		
Capas de Pavimento Semi Rígido		
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	8 364,82	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	26 156,40	l
Material de secado	523,13	m³
Suministro, colocación y compactación de base granular	10 985,69	m³
Cemento Portland para base estabilizada	1 043,64	ton
Sub base de agregados, graduación C	11 247,25	m³
Intersección Jesús María		
Capas de Pavimento Semi Rígido		
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	5 925,29	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	18 528,10	l
Material de secado	370,56	m³
Suministro, colocación y compactación de base granular	7 781,80	m³
Cemento Portland para base estabilizada	739,27	ton
Sub base de agregados, graduación C	7 967,08	m³
Túneles		
Capas de Pavimento Semi Rígido		
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	9 368,72	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	29 295,56	l
Material de secado	585,91	m³
Suministro, colocación y compactación de base granular	12 304,13	m³
Cemento Portland para base estabilizada	1 168,89	ton
Sub base de agregados, graduación C	12 597,09	m³
Intersección San Rafael		
Capas de Pavimento Semi Rígido		
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	5 009,51	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	15 664,50	l
Material de secado	313,29	m³
Suministro, colocación y compactación de base granular	6 579,09	m³
Cemento Portland para base estabilizada	625,01	ton
Sub base de agregados, graduación C	6 735,74	m³

Tabla 124: (continuación) Cantidades de materiales “Pavimento Semirrígido en carriles Mixtos”.

Descripción	Cantidad	Unidad
Intersección CIVO-Ruta Nacional 1		
Capas de Pavimento Semi Rígido		
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	2 609,09	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	8 158,50	l
Material de secado	163,17	m³
Suministro, colocación y compactación de base granular	3 426,57	m³
Cemento Portland para base estabilizada	325,52	ton
Sub base de agregados, graduación C	3 508,16	m³
Ampliación Ruta Nacional 135		
Capas de Pavimento Semi Rígido		
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	2410,99	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	7539,05	l
Material de secado	150,78	m³
Suministro, colocación y compactación de base granular	3166,40	m³
Cemento Portland para base estabilizada	300,81	ton
Sub base de agregados, graduación C	3241,79	m³

Fuente: propia

Tabla 125: Cantidades de materiales “Pavimento flexible en carriles Mixtos”.

Descripción	Cantidad	Unidad
Ampliación de la Ruta Nacional 757		
Capas de Pavimento Flexible		
Mezcla Asfáltica (espesor 21 cm)	44 176,21	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	85 513,38	l
Material de secado	1 710,27	m³
Suministro, colocación y compactación de base granular	17 102,68	m³
Sub base de agregados, graduación C	35 915,62	m³
Intersección y Calle Acceso Aeropuerto		
Capas de Pavimento Flexible		
Mezcla Asfáltica (espesor 21 cm)	6 739,10	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	13 045,10	l
Material de secado	260,90	m³
Suministro, colocación y compactación de base granular	2 609,02	m³
Sub base de agregados, graduación C	5 478,94	m³
Intersección CIVO-Ruta Nacional 757		
Capas de Pavimento Flexible		
Mezcla Asfáltica (espesor 21 cm)	5 792,38	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	11 212,50	l
Material de secado	224,25	m³
Suministro, colocación y compactación de base granular	2 242,50	m³
Sub base de agregados, graduación C	4 709,25	m³
CIVO		
Capas de Pavimento Flexible		
Mezcla Asfáltica (espesor 21 cm)	326 249,84	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	631 532,80	l
Material de secado	12 630,66	m³
Suministro, colocación y compactación de base granular	126 306,56	m³
Sub base de agregados, graduación C	265 243,78	m³

Tabla 125: (continuación) Cantidades de materiales “Pavimento flexible en carriles Mixtos”.

Descripción	Cantidad	Unidad
Intersección Ceiba		
Capas de Pavimento Flexible		
Mezcla Asfáltica (espesor 21 cm)	13 512,40	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	26 156,40	l
Material de secado	523,13	m³
Suministro, colocación y compactación de base granular	5 231,28	m³
Sub base de agregados, graduación C	10 985,69	m³
Intersección Jesús María		
Capas de Pavimento Flexible		
Mezcla Asfáltica (espesor 21 cm)	9 571,62	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	18 528,10	l
Material de secado	370,56	m³
Suministro, colocación y compactación de base granular	3 705,62	m³
Sub base de agregados, graduación C	7 781,80	m³
Túneles		
Capas de Pavimento Flexible		
Mezcla Asfáltica (espesor 21 cm)	15 134,08	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	29 295,56	l
Material de secado	585,91	m³
Suministro, colocación y compactación de base granular	5 859,11	m³
Sub base de agregados, graduación C	12 304,13	m³
Intersección San Rafael		
Capas de Pavimento Flexible		
Mezcla Asfáltica (espesor 21 cm)	8 092,28	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	15 664,50	l
Material de secado	313,29	m³
Suministro, colocación y compactación de base granular	3 132,90	m³
Sub base de agregados, graduación C	6 579,09	m³
Intersección CIVO-Ruta Nacional 1		
Capas de Pavimento Flexible		
Mezcla Asfáltica (espesor 21 cm)	4 214,68	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	8 158,50	l
Material de secado	163,17	m³
Suministro, colocación y compactación de base granular	1 631,70	m³
Sub base de agregados, graduación C	3 426,57	m³
Ampliación Ruta Nacional 135		
Capas de Pavimento Flexible		
Mezcla Asfáltica (espesor 21 cm)	3894,67	ton
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	7539,05	l
Material de secado	150,78	m³
Suministro, colocación y compactación de base granular	1507,81	m³
Sub base de agregados, graduación C	3166,40	m³

Fuente: propia

4.4.2. Precios Unitarios:

Para la estimación de los precios unitarios de cada ítem de pago, se realizó un análisis de precios de las contrataciones de conservación vial número 2014 LN-000017-OCV00 y 2014LN-000018-OCV00 del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) y de la contratación para la construcción de la ampliación de la carretera Limonal- Cañas, licitación N° PIT-1-LPI-O-2016, del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) (ver Anexo 22).

Estos precios, se actualizaron al año 2021 por medio de los factores de reajustes suministrados por la Dirección de Costos de Vías y Puentes del Conavi (ver Anexo 21). En el caso de la licitación N° PIT-1-LPI-O-2016 al ser en dólares americanos se reajustó los precios unitarios por un tipo de cambio de 619 colones por dólar, el cual corresponde al tipo de cambio de venta del 24 de abril del 2021.

A continuación, se presenta el resumen de los resultados obtenidos del análisis de precios unitarios.

Tabla 126: Resumen análisis de precios unitarios.

Descripción	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio	Precio Seleccionado
Limpieza y Remociones					
Limpieza y Desmonte	ha	\$2 546,07	\$2 546,07	\$2 546,07	\$2 546,07
Remoción (de estructuras menores y obstrucciones)	unidad	\$372,98	\$372,98	\$372,98	\$372,98
Remoción de tuberías (alcantarillas existentes)	m	\$72,50	\$72,50	\$72,50	\$72,50
Movimientos de Tierra					
Excavación en la vía	m³	\$5,14	\$3,79	\$4,52	\$4,52
Excavación de préstamo selecto, Caso 2, para construcción de terraplenes, con CBR>10	m³	\$23,77	\$16,40	\$20,08	\$20,08
Construcción de terraplenes	m³	\$1,35	\$1,35	\$1,35	\$1,35
Capas de Pavimento Rígido					
Sub base de agregados, graduación C	m³	\$29,92	\$21,27	\$25,00	\$25,00
Pavimento de concreto hidráulico MR 45 kg/cm² para calzadas (22 cm espesor)	m²	\$33,00	\$33,00	\$33,00	\$33,00
Capas de Pavimento Semi Rígido y Flexible					
Mezcla Asfáltica Modificada con polímeros (espesor 13 cm)	ton	\$103,69	\$98,59	\$101,14	\$101,14
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	l	\$0,62	\$0,52	\$0,57	\$0,57
Material de secado	m³	\$36,88	\$25,34	\$30,90	\$30,90
Suministro, colocación y compactación de base granular	m³	\$34,18	\$25,07	\$29,29	\$29,29
Cemento Portland para base estabilizada	ton	\$251,29	\$244,13	\$247,71	\$247,71
Infraestructura para el Ciclista					
Barrera New Jersey	ml	\$55,16	\$55,16	\$55,16	\$55,16
Infraestructura para el Peatón					
Construcción de aceras	m²	\$33,83	\$31,45	\$32,69	\$32,69

Tabla 126: (continuación) Resumen análisis de precios unitarios.

Descripción	Unidad	Máximo	Mínimo	Promedio	Precio Seleccionado
Señalización Vial					
Señalamiento tipo A (Línea continua blanca)	km	\$1 979,40	\$1 745,16	\$1 862,28	\$1 862,28
Señalamiento tipo I (Línea Intermitente blanca)	km	\$1 068,58	\$949,28	\$1 008,93	\$1 008,93
Señalamiento tipo I (Línea Continua amarilla)	km	\$1 925,98	\$1 698,93	\$1 812,46	\$1 812,46
Muros de Contención					
Concreto 280 kg/cm2	m³	\$305,17	\$305,17	\$305,17	\$305,17
Acero Grado 60	kg	\$4,04	\$1,74	\$2,98	\$2,98
Sistema Pluvial					
Cordón y cuneta de cemento hidráulico	ml	\$37,71	\$28,99	\$33,55	\$33,55
Canal Revestido Tipo IV, Concreto Hidráulico	m²	\$33,36	\$24,70	\$29,12	\$29,12
Muros de Contención de Tierra armada Gaviones					
Gaviones, tipo terramesh 6m de cola	m³	\$123,96	\$121,40	\$122,68	\$123,96

Fuente: propia

Para la estimación de los precios unitarios por elemento del puente, se realizó un análisis de su costo por unidad de medida para diferentes puentes construidos por el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI), según información disponible en “Sistema Integrado de Compras Públicas” (SICOP), según se muestra en el Anexo 23.

A continuación, se presenta el resumen de los resultados obtenidos del análisis de precios unitarios.

Tabla 127: Resumen análisis de precios unitarios elementos de Puentes.

Descripción	Unidad	Precio Unitario	Precio Unitario
Cimentaciones	ml	¢1 967 932	\$3 179,21
Bastiones	m	¢519 546	\$839,33
Superestructura	m²	¢934 639	\$1 509,92
Losa de Aproximación	ml	¢311 287	\$502,89
Enrocado Colocado Piedra ligada con mortero	m³	¢127 499	\$205,98
Baranda metálica para puentes MZ	ml	¢139 511	\$225,38

Fuente: propia

En el caso de los precios unitarios de los túneles viales, al ser esta infraestructura poco común en el ámbito costarricense en el ámbito de infraestructura vial, se realizó consulta a funcionario experto del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) de los posibles costos de construcción de este tipo de infraestructura, ya que el ICE tiene experiencia en excavación y construcción de túneles para la producción de energía hidroeléctrica (ver Anexo 24 y Anexo 25).

A continuación, se presenta la información de costos suministrados:

Tabla 128:Costos de construcción túneles viales.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Instalaciones Temporales	1,00	glb	\$4 026 000,00	\$4 026 000,00
Excavación de portales, Túnel 1 longitud 1,453 km	50 000,00	m3	\$53,68	\$2 684 000,00
Excavación de portales, Túnel 2 longitud 1,447 km	50 000,00	m3	\$53,68	\$2 684 000,00
Excavación Subterránea, Túnel 1	409 363,00	m3	\$87,23	\$35 708 752,00
Excavación Subterránea, Túnel 2	409 363,00	m3	\$87,23	\$35 708 752,00
Revestimiento de concreto Túnel 1	65 516,00	m3	\$469,70	\$30 772 898,00
Revestimiento de concreto Túnel 2	65 516,00	m3	\$469,70	\$30 772 898,00
Sistemas Electromecánicos Túnel 1	1,00	glb	\$14 593 533,00	\$14 593 533,00
Sistemas Electromecánicos Túnel 2	1,00	glb	\$14 593 533,00	\$14 593 533,00

\$171 544 366,00

Fuente: (Instituto Costarricense de Electricidad, 2020)

En el caso de los Muros con Anclajes (Muros Soil Nail) su costos se estimó por metro cuadrado a partir de los precios de la licitación 2015LA-000037-0GCTT denominada “Diseño y construcción de las obras de estabilización en las cercanías del Río Balsa, Ruta Nacional 739” los cuales se presenta a continuación:

Tabla 129:Costos de construcción Muros con Anclajes.

Descripción	Precio por m ²	Precio por m ²
Concreto lanzado	¢45 621,88	\$73,70
Anclajes autoperforantes titan 40/20 para aplicación permanente de 14,00m de profundidad	¢123 244,88	\$199,10
Suministro, preparación y colocación de geodrenes subhorizontales, diámetro 2"	¢2 618,73	\$4,23
Total	¢171 485,49	\$277,04

Nota: Para el claculo de este costo se tomaron las siguientes consideraciones:

- Espesor de pantalla de concreto 15 cm, el cual incluye el costo del acero de refuerzo.
- Anclajes pasivos de acero autoperforante de 14 m de profundidad cada 3 metros horizontal y vertical (0.11 anclajes por m²)
- Drenajes de 1 metro de profundidad cada 2 metros horizontal y vertical (0.25 drenajes por m²)
- Se considera 10% de factor de reajuste de precios.

Fuente: (Bolaños Leandro, 2021)

4.4.3. Análisis comparativo de costos en dos escenarios de Pavimentos

A partir de las cantidades de materiales de los pavimentos semirrígidos y flexibles mostradas en el apartado 4.4.1.6 y los precios unitarios mostrados en la Tabla 126, se obtiene los siguientes costos de construcción para los carriles de vehículos mixtos.

Tabla 130: Costos de construcción de pavimentos semirrígidos.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Ampliación de la Ruta Nacional 757				
Capas de Pavimento Semi Rígido				
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	27 347,18	ton	\$101,14	\$2 766 009,87
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	85 513,38	l	\$0,57	\$48 999,70
Material de secado	1 710,27	m³	\$30,90	\$52 855,02
Suministro, colocación y compactación de base granular	35 915,62	m³	\$29,29	\$1 051 918,12
Cemento Portland para base estabilizada	3 411,98	ton	\$247,71	\$845 185,03
Sub base de agregados, graduación C	36 770,75	m³	\$25,00	\$919 423,14
Intersección y Calle Acceso Aeropuerto				
Capas de Pavimento Semi Rígido				
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	4 171,82	ton	\$101,14	\$421 955,92
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	13 045,10	l	\$0,57	\$7 474,92
Material de secado	260,90	m³	\$30,90	\$8 063,05
Suministro, colocación y compactación de base granular	5 478,94	m³	\$29,29	\$160 470,53
Cemento Portland para base estabilizada	520,50	ton	\$247,71	\$128 933,32
Sub base de agregados, graduación C	5 609,39	m³	\$25,00	\$140 258,37
Intersección CIVO-Ruta Nacional 757				
Capas de Pavimento Semi Rígido				
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	3 585,76	ton	\$101,14	\$362 678,77
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	11 212,50	l	\$0,57	\$6 424,83
Material de secado	224,25	m³	\$30,90	\$6 930,34
Suministro, colocación y compactación de base granular	4 709,25	m³	\$29,29	\$137 927,33
Cemento Portland para base estabilizada	447,38	ton	\$247,71	\$110 820,52
Sub base de agregados, graduación C	4 821,38	m³	\$25,00	\$120 554,61
CIVO				
Capas de Pavimento Semi Rígido				
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	201 964,19	ton	\$101,14	\$20 427 517,21
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	631 532,80	l	\$0,57	\$361 872,27
Material de secado	12 630,66	m³	\$30,90	\$390 344,53
Suministro, colocación y compactación de base granular	265 243,78	m³	\$29,29	\$7 768 618,52
Cemento Portland para base estabilizada	25 198,16	ton	\$247,71	\$6 241 854,72
Sub base de agregados, graduación C	271 559,10	m³	\$25,00	\$6 790 117,52
Intersección Ceiba				
Capas de Pavimento Semi Rígido				
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	8 364,82	ton	\$101,14	\$846 053,14
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	26 156,40	l	\$0,57	\$14 987,78
Material de secado	523,13	m³	\$30,90	\$16 167,03
Suministro, colocación y compactación de base granular	10 985,69	m³	\$29,29	\$321 755,41
Cemento Portland para base estabilizada	1 043,64	ton	\$247,71	\$258 520,93
Sub base de agregados, graduación C	11 247,25	m³	\$25,00	\$281 228,51
Intersección Jesús María				
Capas de Pavimento Semi Rígido				
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	5 925,29	ton	\$101,14	\$599 308,67
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	18 528,10	l	\$0,57	\$10 616,72
Material de secado	370,56	m³	\$30,90	\$11 452,05
Suministro, colocación y compactación de base granular	7 781,80	m³	\$29,29	\$227 918,08
Cemento Portland para base estabilizada	739,27	ton	\$247,71	\$183 125,42
Sub base de agregados, graduación C	7 967,08	m³	\$25,00	\$199 210,52

Tabla 130: (continuación) Costos de construcción de pavimentos semirrígidos.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Túneles				
Capas de Pavimento Semi Rígido				
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	9 368,72	ton	\$101,14	\$947 592,04
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	29 295,56	l	\$0,57	\$16 786,54
Material de secado	585,91	m³	\$30,90	\$18 107,31
Suministro, colocación y compactación de base granular	12 304,13	m³	\$29,29	\$360 370,82
Cemento Portland para base estabilizada	1 168,89	ton	\$247,71	\$289 547,27
Sub base de agregados, graduación C	12 597,09	m³	\$25,00	\$314 980,09
Intersección San Rafael				
Capas de Pavimento Semi Rígido				
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	5 009,51	ton	\$101,14	\$506 682,86
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	15 664,50	l	\$0,57	\$8 975,86
Material de secado	313,29	m³	\$30,90	\$9 682,08
Suministro, colocación y compactación de base granular	6 579,09	m³	\$29,29	\$192 692,33
Cemento Portland para base estabilizada	625,01	ton	\$247,71	\$154 822,57
Sub base de agregados, graduación C	6 735,74	m³	\$25,00	\$168 421,65
Intersección CIVO-Ruta Nacional 1				
Capas de Pavimento Semi Rígido				
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	2 609,09	ton	\$101,14	\$263 894,29
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	8 158,50	l	\$0,57	\$4 674,87
Material de secado	163,17	m³	\$30,90	\$5 042,69
Suministro, colocación y compactación de base granular	3 426,57	m³	\$29,29	\$100 359,43
Cemento Portland para base estabilizada	325,52	ton	\$247,71	\$80 635,83
Sub base de agregados, graduación C	3 508,16	m³	\$25,00	\$87 718,60
Ampliación Ruta Nacional 135				
Capas de Pavimento Semi Rígido				
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	2410,99	ton	\$101,14	\$243 857,54
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	7539,05	l	\$0,57	\$4 319,92
Material de secado	150,78	m³	\$30,90	\$4 659,82
Suministro, colocación y compactación de base granular	3166,40	m³	\$29,29	\$92 739,42
Cemento Portland para base estabilizada	300,81	ton	\$247,71	\$74 513,38
Sub base de agregados, graduación C	3241,79	m³	\$25,00	\$81 058,37
			Total	\$56 279 688,04

Fuente: propia

Tabla 131: Costos de construcción de pavimentos flexible.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Ampliación de la Ruta Nacional 757				
Capas de Pavimento Flexible				
Mezcla Asfáltica (espesor 21 cm)	44 176,21	ton	\$101,14	\$4 468 169,80
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	85 513,38	l	\$0,57	\$48 999,70
Material de secado	1 710,27	m³	\$30,90	\$52 855,02
Suministro, colocación y compactación de base granular	17 102,68	m³	\$29,29	\$500 913,39
Sub base de agregados, graduación C	35 915,62	m³	\$25,00	\$898 041,21
Intersección y Calle Acceso Aeropuerto				
Capas de Pavimento Flexible				
Mezcla Asfáltica (espesor 21 cm)	6 739,10	ton	\$101,14	\$681 621,10
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	13 045,10	l	\$0,57	\$7 474,92
Material de secado	260,90	m³	\$30,90	\$8 063,05
Suministro, colocación y compactación de base granular	2 609,02	m³	\$29,29	\$76 414,54
Sub base de agregados, graduación C	5 478,94	m³	\$25,00	\$136 996,55
Intersección CIVO-Ruta Nacional 757				
Capas de Pavimento Flexible				
Mezcla Asfáltica (espesor 21 cm)	5 792,38	ton	\$101,14	\$585 865,70
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	11 212,50	l	\$0,57	\$6 424,83
Material de secado	224,25	m³	\$30,90	\$6 930,34
Suministro, colocación y compactación de base granular	2 242,50	m³	\$29,29	\$65 679,68
Sub base de agregados, graduación C	4 709,25	m³	\$25,00	\$117 751,02
CIVO				
Capas de Pavimento Flexible				
Mezcla Asfáltica (espesor 21 cm)	326 249,84	ton	\$101,14	\$32 998 297,04
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	631 532,80	l	\$0,57	\$361 872,27
Material de secado	12 630,66	m³	\$30,90	\$390 344,53
Suministro, colocación y compactación de base granular	126 306,56	m³	\$29,29	\$3 699 342,15
Sub base de agregados, graduación C	265 243,78	m³	\$25,00	\$6 632 207,81
Intersección Ceiba				
Capas de Pavimento Flexible				
Mezcla Asfáltica (espesor 21 cm)	13 512,40	ton	\$101,14	\$1 366 701,23
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	26 156,40	l	\$0,57	\$14 987,78
Material de secado	523,13	m³	\$30,90	\$16 167,03
Suministro, colocación y compactación de base granular	5 231,28	m³	\$29,29	\$153 216,86
Sub base de agregados, graduación C	10 985,69	m³	\$25,00	\$274 688,31
Intersección Jesús María				
Capas de Pavimento Flexible				
Mezcla Asfáltica (espesor 21 cm)	9 571,62	ton	\$101,14	\$968 114,00
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	18 528,10	l	\$0,57	\$10 616,72
Material de secado	370,56	m³	\$30,90	\$11 452,05
Suministro, colocación y compactación de base granular	3 705,62	m³	\$29,29	\$108 532,42
Sub base de agregados, graduación C	7 781,80	m³	\$25,00	\$194 577,72
Túneles				
Capas de Pavimento Flexible				
Mezcla Asfáltica (espesor 21 cm)	15 134,08	ton	\$101,14	\$1 530 725,60
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	29 295,56	l	\$0,57	\$16 786,54
Material de secado	585,91	m³	\$30,90	\$18 107,31
Suministro, colocación y compactación de base granular	5 859,11	m³	\$29,29	\$171 605,15
Sub base de agregados, graduación C	12 304,13	m³	\$25,00	\$307 654,98

Tabla 131: (continuación) Costos de construcción de pavimentos flexible.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Intersección San Rafael				
Capas de Pavimento Flexible				
Mezcla Asfáltica (espesor 21 cm)	8 092,28	ton	\$101,14	\$818 487,69
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	15 664,50	l	\$0,57	\$8 975,86
Material de secado	313,29	m³	\$30,90	\$9 682,08
Suministro, colocación y compactación de base granular	3 132,90	m³	\$29,29	\$91 758,25
Sub base de agregados, graduación C	6 579,09	m³	\$25,00	\$164 504,87
Intersección CIVO-Ruta Nacional 1				
Capas de Pavimento Flexible				
Mezcla Asfáltica (espesor 21 cm)	4 214,68	ton	\$101,14	\$426 290,77
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	8 158,50	l	\$0,57	\$4 674,87
Material de secado	163,17	m³	\$30,90	\$5 042,69
Suministro, colocación y compactación de base granular	1 631,70	m³	\$29,29	\$47 790,21
Sub base de agregados, graduación C	3 426,57	m³	\$25,00	\$85 678,63
Ampliación Ruta Nacional 135				
Capas de Pavimento Flexible				
Mezcla Asfáltica (espesor 21 cm)	3894,67	ton	\$101,14	\$393 923,71
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	7539,05	l	\$0,57	\$4 319,92
Material de secado	150,78	m³	\$30,90	\$4 659,82
Suministro, colocación y compactación de base granular	1507,81	m³	\$29,29	\$44 161,63
Sub base de agregados, graduación C	3166,40	m³	\$25,00	\$79 173,30
			Total	\$59 097 322,67

Fuente: propia

A partir de los resultados anteriores, se obtiene:

Tabla 132: Cuadro comparativo de costos de pavimentos del CIVO.

Tipo de Pavimento	Espesor de carpeta	Espesor de Base Estabilizada	Espesor de Subbase	Espesor total de pavimento	Índice de servicio Inicial	Número estructural requerido en la subrasante (SN)	Número estructural suministrado en la subrasante (SN)	Costo (millones de dólares)
Pavimento Semirrígido	0.13	0.42	0.43	0.98 m	4.3	5.52	5.55	\$56.27
Pavimento Flexible	0.21	0.20	0.42	0.83 m	4.2	5.62	5.64	\$59.09

Fuente: propia

A partir de la tabla anterior tenemos:

- El pavimento semirrígido es \$2.82 millones más económico que el pavimento flexible, el cual representa un 4.77%.
- El pavimento semirrígido requiere un 37.09% más espesor de materiales granulares que el pavimento flexible; y requiere un 38.09% menos espesor de materiales bituminosos que el pavimento flexible.
- Debido que el movimiento de tierra de corte requerido es un 1473% mayor que el relleno requerido en el "Corredor de Interconexión Vial Occidente" (CIVO), se considera viable la reutilización de

los materiales de buenas características físico-mecánicas producto del corte del terreno en la construcción del pavimento semirrígido.

Del análisis anterior, se recomienda la construcción de los carriles de vehículos mixtos del CIVO en pavimentos semirrígido debido a las siguientes razones.

1. Es la opción con el menor costos de construcción.
2. Las obras de preservación y rehabilitación de los pavimentos flexibles y semirrígidos son muy similares, por lo que se considera que no causa mayor ventaja entre tipos de pavimentos.
3. Es la opción con el menor impacto al ambiente, ya que se podría utilizar mayor cantidad de materiales pétreos proveniente de los movimientos de tierra en la construcción de las diferentes capas de pavimento. Además, con esta opción se reduce el consumo energético al reducirse en un 38% la cantidad de materiales asfálticos.
4. Se considera que es la opción que brinda mayor beneficio a la economía nacional debido a que Costa Rica es productor de cemento, no así de asfalto. Por lo que genera mayor cantidad de empleos y encadenamientos productivos en el país.

4.4.4. Costo de la propuesta de infraestructura vial del requerida

A partir de las cantidades calculadas, los precios unitarios y la definición del tipo de pavimento a utilizar, a continuación, se presenta los costos de construcción de la propuesta de infraestructura vial requerida para comunicar el Aeropuerto de Orotina con el Cantón de San Ramón.

Tabla 133: Costos de Construcción de “Intersección CIVO-Ruta Nacional 757”.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	Total (Millones de colones)
Limpieza y Remociones				\$37 832,72	¢23,42
Limpieza y Desmante	6,1932	m	\$2 546,07	\$15 768,32	¢9,76
Remoción (de estructuras menores y obstrucciones)	30	0	\$372,98	\$11 189,40	¢6,93
Remoción de tuberías (alcantarillas existentes)	150	0	\$72,50	\$10 875,00	¢6,73
Movimientos de Tierra				\$211 672,29	¢131,03
Excavación en la vía	41 181,38	m³	\$5,14	\$211 672,29	¢131,03
Excavación de préstamo selecto, Caso 2, para construcción de terraplenes, con CBR>10	307 335,05	m³	\$0,00	\$0,00	¢0,00
Construcción de terraplenes	307 335,05	m³	\$0,00	\$0,00	¢0,00
Capas de Pavimento Rígido				\$188 864,17	¢116,91
Sub base de agregados, graduación C	994	m³	\$25,00	\$24 854,17	¢15,38
Pavimento de concreto hidráulico MR 45 kg/cm² para calzadas (22 cm espesor)	4970	m²	\$33,00	\$164 010,00	¢101,52

Tabla 133: (continuación) Costos de Construcción de “Intersección CIVO-Ruta Nacional 757”.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	Total (Millones de colones)
Capas de Pavimento Semi Rígido				\$745 336,41	¢461,36
Mezcla Asfáltica (espesor 12 cm)	3 585,76	ton	\$101,14	\$362 678,77	¢224,50
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	11 212,50	l	\$0,57	\$6 424,83	¢3,98
Material de secado	224,25	m³	\$30,90	\$6 930,34	¢4,29
Suministro, colocación y compactación de base granular	4 709,25	m3	\$29,29	\$137 927,33	¢85,38
Cemento Portland para base estabilizada	447,38	ton	\$247,71	\$110 820,52	¢68,60
Sub base de agregados, graduación C	4 821,38	m3	\$25,00	\$120 554,61	¢74,62
Infraestructura para el Ciclista				\$81 561,64	¢50,49
Mezcla Asfáltica (espesor 5 cm)	246,00	ton	\$101,14	\$24 881,49	¢15,40
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	2 000,00	l	\$0,57	\$1 146,01	¢0,71
Material de secado	40,00	m³	\$30,90	\$1 236,18	¢0,77
Suministro, colocación y compactación de base granular	400,00	m3	\$29,29	\$11 715,44	¢7,25
Sub base de agregados, graduación C	600,00	m3	\$25,00	\$15 002,52	¢9,29
Barrera New Jersey	500,00	ml	\$55,16	\$27 580,00	¢17,07
Infraestructura para el Peatón				\$307 672,98	¢190,45
Construcción de aceras	6 220,00	m2	\$32,69	\$203 338,02	¢125,87
Cordón y cuneta de cemento hidráulico	3 110,00	ml	\$33,55	\$104 334,96	¢64,58
Señalización Vial				\$5 791,69	¢3,59
Señalamiento tipo A (Línea continua blanca)	3,11	km	\$1 862,28	\$5 791,69	¢3,59
Muros de Contención				\$2 144 450,69	¢1 327,41
Concreto 280 kg/cm2	3 589,13	m3	\$305,17	\$1 095 293,28	¢677,99
Acero Grado 60	352 430,96	kg	\$2,98	\$1 049 157,41	¢649,43
Puente Longitud: 65 m, ancho 37,40 m, altura Bastión 9 m				\$4 511 069,52	¢2 792,35
Cimentaciones	74,8	ml	\$3 179,21	\$237 805,07	¢147,20
Bastiones	673,2	m2	\$839,33	\$565 037,87	¢349,76
Superestructura	2431	m2	\$1 509,92	\$3 670 610,61	¢2 272,11
Losa de aproximación	74,8	ml	\$502,89	\$37 615,98	¢23,28

Tabla 133: (continuación) Costos de Construcción de “Intersección CIVO-Ruta Nacional 757”.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	Total (Millones de colones)
Sistema Pluvial				\$246 418,76	¢152,53
Sistema Pluvial	1,00	glb	\$246 418,76	\$246 418,76	¢152,53
Sistema Iluminación				\$111 777,16	¢69,19
Sistema Iluminación	1,00	glb	\$111 777,16	\$111 777,16	¢69,19
				\$8 593 056,85	¢5 319,10

Fuente: propia

Tabla 134: Costos de Construcción de “Corredor de Interconexión Vial Occidente” (CIVO)”.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	Total (Millones de colones)
Limpieza y Remociones				\$1 103 815,35	¢683,26
Limpieza y Desmonte	400,5795	ha	\$2 546,07	\$1 019 903,45	¢631,32
Remoción (de estructuras menores y obstrucciones)	155	u	\$372,98	\$57 811,90	¢35,79
Remoción de tuberías (alcantarillas existentes)	360	m	\$72,50	\$26 100,00	¢16,16
Movimientos de Tierra				\$378 474 022,10	¢234 275,42
Excavación en la vía	73 633 078,23	m³	\$5,14	\$378 474 022,10	¢234 275,42
Excavación de préstamo selecto, Caso 2, para construcción de terraplenes, con CBR>10	4 680 713,79	m³	\$0,00	\$0,00	¢0,00
Construcción de terraplenes	4 680 713,79	m³	\$0,00	\$0,00	¢0,00
Capas de Pavimento Rígido				\$14 983 364,41	¢9 274,70
Sub base de agregados, graduación C	60606,32	m³	\$25,00	\$1 515 412,41	¢938,04
Pavimento de concreto hidráulico MR 45 kg/cm² para calzadas (22 cm espesor)	303031,6	m²	\$33,00	\$10 000 042,80	¢6 190,03
Barrera New Jersey	62 870,00	ml	\$55,16	\$3 467 909,20	¢2 146,64
Capas de Pavimento Semi Rígido				\$41 980 324,78	¢25 985,82
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	201 964,19	ton	\$101,14	\$20 427 517,21	¢12 644,63
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	631 532,80	l	\$0,57	\$361 872,27	¢224,00
Material de secado	12 630,66	m³	\$30,90	\$390 344,53	¢241,62
Suministro, colocación y compactación de base granular	265 243,78	m3	\$29,29	\$7 768 618,52	¢4 808,77
Cemento Portland para base estabilizada	25 198,16	ton	\$247,71	\$6 241 854,72	¢3 863,71
Sub base de agregados, graduación C	271 559,10	m3	\$25,00	\$6 790 117,52	¢4 203,08

Tabla 134: (continuación) Costos de Construcción de “Corredor de Interconexión Vial Occidente” (CIVO”).

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	Total (Millones de colones)
Infraestructura para el Ciclista				\$499 051,69	¢308,91
Mezcla Asfáltica (espesor 5 cm)	1 409,52	ton	\$101,14	\$142 564,70	¢88,25
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	11 459,50	l	\$0,57	\$6 566,37	¢4,06
Material de secado	229,19	m³	\$30,90	\$7 083,01	¢4,38
Suministro, colocación y compactación de base granular	2 291,90	m3	\$29,29	\$67 126,54	¢41,55
Sub base de agregados, graduación C	3 437,85	m3	\$25,00	\$85 960,68	¢53,21
Barrera New Jersey	3 440,00	ml	\$55,16	\$189 750,40	¢117,46
Infraestructura para el Peatón				\$1 914 123,47	¢1 184,84
Construcción de aceras	58 552,00	m2	\$32,69	\$1 914 123,47	¢1 184,84
Sistema Pluvial				\$3 100 425,17	¢1 919,16
Cordón y cuneta de cemento hidráulico	29 276,00	ml	\$33,55	\$982 157,64	¢607,96
Canal Revestido Tipo IV, Concreto Hidráulico	72745,03	m2	\$29,12	\$2 118 267,53	¢1 311,21
Muros de Contención Concreto				\$952 242,76	¢589,44
Concreto 280 kg/cm2	1 593,75	m3	\$305,17	\$486 364,69	¢301,06
Acero Grado 60	156 496,88	kg	\$2,98	\$465 878,07	¢288,38
Muros de Contención de Tierra armada Gaviones				\$2 591 876,46	¢1 604,37
Gaviones, tipo terramesh 6m de cola	9 460,00	m3	\$123,96	\$1 172 638,20	¢725,86
Sub base de agregados, graduación C	56 760,00	m³	\$25,00	\$1 419 238,26	¢878,51
Señalización Vial				\$178 353,74	¢110,40
Señalamiento tipo A (Línea continua blanca)	62,12	km	\$1 862,28	\$115 681,12	¢71,61
Señalamiento tipo I (Línea Intermitente blanca)	62,12	km	\$1 008,93	\$62 672,62	¢38,79
Sistema Pluvial				\$7 112 644,18	¢4 402,73
Sistema Pluvial	1,00	glb	\$7 112 644,18	\$7 112 644,18	¢4 402,73
Sistema Iluminación				\$7 050 181,74	¢4 364,06
Sistema Iluminación	32,59	km	\$216 362,80	\$7 050 181,74	¢4 364,06

\$459 960 223,27 ¢284 715,38

Fuente: propia

Tabla 135: Costos de Construcción de “Puentes del CIVO”.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	Total (Millones de colones)
Puente sobre Río Machuca Longitud: 300 m, ancho 33,8 m, altura Bastión 6 m				\$20 213 025,50	¢12 511,86
Cimentaciones	67,6	ml	\$3 179,21	\$214 914,74	¢133,03
Bastiones	405,6	m2	\$839,33	\$340 432,80	¢210,73
Concreto para Pilas	6992	m3	\$305,17	\$2 133 884,35	¢1 320,87
Acero para pilas	686617	kg	\$2,98	\$2 044 001,03	¢1 265,24
Superestructura	10140	m2	\$1 509,92	\$15 310 568,31	¢9 477,24
Baranda metálica para puentes MZ	600	m	\$225,38	\$135 229,09	¢83,71
Losa de aproximación	67,6	ml	\$502,89	\$33 995,19	¢21,04
Puente sobre Quebrada Grande Longitud: 80 m, ancho 33,8 m, altura Bastión 8,0 m				\$5 161 433,45	¢3 194,93
Cimentaciones	67,6	ml	\$3 179,21	\$214 914,74	¢133,03
Bastiones	540,8	m2	\$839,33	\$453 910,40	¢280,97
Enrocado Colocado Piedra ligada con mortero	284,7	m3	\$205,98	\$58 641,18	¢36,30
Concreto para Pilas	470	m3	\$305,17	\$143 570,05	¢88,87
Acero para pilas	46196	kg	\$2,98	\$137 522,60	¢85,13
Superestructura	2704	m2	\$1 509,92	\$4 082 818,21	¢2 527,26
Baranda metálica para puentes MZ	160	m	\$225,38	\$36 061,09	¢22,32
Losa de aproximación	67,6	ml	\$502,89	\$33 995,19	¢21,04
Puente sobre Quebrada Chumical Longitud: 40 m, ancho 33,8 m, altura Bastión 12 m				\$3 353 792,45	¢2 076,00
Cimentaciones	67,6	ml	\$3 179,21	\$214 914,74	¢133,03
Bastiones	811,2	m2	\$839,33	\$680 865,60	¢421,46
Enrocado Colocado Piedra ligada con mortero	284,7	m3	\$205,98	\$58 641,18	¢36,30
Concreto para Pilas	512	m3	\$305,17	\$156 259,01	¢96,72
Acero para pilas	50279	kg	\$2,98	\$149 677,08	¢92,65
Superestructura	1352	m2	\$1 509,92	\$2 041 409,11	¢1 263,63
Baranda metálica para puentes MZ	80	m	\$225,38	\$18 030,55	¢11,16
Losa de aproximación	67,6	ml	\$502,89	\$33 995,19	¢21,04

Tabla 135: (continuación) Costos de Construcción de “Puentes del CIVO”.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	Total (Millones de colones)
Puente sobre Quebrada Sin Nombre 1 Longitud: 80 m, ancho 33,8 m, altura bastión 8 m				\$5 297 576,08	¢3 279,20
Cimentaciones	67,6	ml	\$3 179,21	\$214 914,74	¢133,03
Bastiones	540,8	m2	\$839,33	\$453 910,40	¢280,97
Enrocado Colocado Piedra ligada con mortero	284,7	m3	\$205,98	\$58 641,18	¢36,30
Concreto para Pilas	698	m3	\$305,17	\$213 105,85	¢131,91
Acero para pilas	68571	kg	\$2,98	\$204 129,42	¢126,36
Superestructura	2704	m2	\$1 509,92	\$4 082 818,21	¢2 527,26
Baranda metálica para puentes MZ	160	m	\$225,38	\$36 061,09	¢22,32
Losa de aproximación	67,6	ml	\$502,89	\$33 995,19	¢21,04
Puente sobre Quebrada Sin Nombre 2 Longitud: 60 m, ancho 33,8 m, altura bastión 8 m				\$4 200 986,11	¢2 600,41
Cimentaciones	67,6	ml	\$3 179,21	\$214 914,74	¢133,03
Bastiones	540,8	m2	\$839,33	\$453 910,40	¢280,97
Enrocado Colocado Piedra ligada con mortero	284,7	m3	\$205,98	\$58 641,18	¢36,30
Concreto para Pilas	586	m3	\$305,17	\$178 951,46	¢110,77
Acero para pilas	57581	kg	\$2,98	\$171 413,68	¢106,11
Superestructura	2028	m2	\$1 509,92	\$3 062 113,66	¢1 895,45
Baranda metálica para puentes MZ	120	m	\$225,38	\$27 045,82	¢16,74
Losa de aproximación	67,6	ml	\$502,89	\$33 995,19	¢21,04
Puente sobre Río Salto Longitud: 180 m, ancho 45,8 m, altura bastión 6 m				\$15 026 842,62	¢9 301,62
Cimentaciones	91,6	ml	\$3 179,21	\$291 215,83	¢180,26
Bastiones	549,6	m2	\$839,33	\$461 296,52	¢285,54
Enrocado Colocado Piedra ligada con mortero	362,7	m3	\$205,98	\$74 707,25	¢46,24
Concreto para Pilas	2719	m3	\$305,17	\$829 805,13	¢513,65
Acero para pilas	267005	kg	\$2,98	\$794 852,14	¢492,01
Baranda metálica para puentes MZ	360	m	\$225,38	\$81 137,45	¢50,22
Superestructura	8244	m2	\$1 509,92	\$12 447 763,82	¢7 705,17
Losa de aproximación	91,6	ml	\$502,89	\$46 064,49	¢28,51
Puente Derecha sobre Río Jesús Longitud: 95 m, ancho 21,1 m, altura bastión 6 m				\$4 027 831,91	¢2 493,23
Cimentaciones	42,2	ml	\$3 179,21	\$134 162,75	¢83,05
Bastiones	253,2	m2	\$839,33	\$212 518,70	¢131,55
Enrocado Colocado Piedra ligada con mortero	202,75	m3	\$205,98	\$41 761,50	¢25,85
Concreto para Pilas	918	m3	\$305,17	\$280 054,04	¢173,35
Acero para pilas	90113	kg	\$2,98	\$268 257,63	¢166,05
Baranda metálica para puentes MZ	190	m	\$225,38	\$42 822,55	¢26,51
Superestructura	2004,5	m2	\$1 509,92	\$3 026 630,59	¢1 873,48
Losa de aproximación	43	ml	\$502,89	\$21 624,16	¢13,39

Tabla 135: (continuación) Costos de Construcción de “Puentes del CIVO”.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	Total (Millones de colones)
Puente 1 sobre Río Grande Longitud: 35 m, ancho 45,8 m, altura bastión 8 m				\$3 816 453,12	¢2 362,38
Cimentaciones	91,6	ml	\$3 179,21	\$291 215,83	¢180,26
Bastiones	732,8	m2	\$839,33	\$615 062,02	¢380,72
Enrocado Colocado Piedra ligada con mortero	362,7	m3	\$205,98	\$74 707,25	¢46,24
Concreto para Pilas	591	m3	\$305,17	\$180 413,83	¢111,68
Acero para pilas	58052	kg	\$2,98	\$172 814,45	¢106,97
Baranda metálica para puentes MZ	70	m	\$225,38	\$15 776,73	¢9,77
Superestructura	1603	m2	\$1 509,92	\$2 420 398,52	¢1 498,23
Losa de aproximación	91,6	ml	\$502,89	\$46 064,49	¢28,51
Puente2 sobre Río Grande Longitud: 564 m, ancho 36,9 m, altura bastión 6 m				\$38 805 624,66	¢24 020,68
Cimentaciones	73,8	ml	\$3 179,21	\$234 625,85	¢145,23
Bastiones	442,8	m2	\$839,33	\$371 655,93	¢230,06
Enrocado Colocado Piedra ligada con mortero	304,85	m3	\$205,98	\$62 791,58	¢38,87
Concreto para Pilas	10747	m3	\$305,17	\$3 279 774,47	¢2 030,18
Acero para pilas	1055328	kg	\$2,98	\$3 141 624,05	¢1 944,67
Baranda metálica para puentes MZ	1128	m	\$225,38	\$254 230,69	¢157,37
Superestructura	20811,6	m2	\$1 509,92	\$31 423 809,01	¢19 451,34
Losa de aproximación	73,8	ml	\$502,89	\$37 113,09	¢22,97
Puente 1 Paso sobre Ruta 713, Longitud: 35m, ancho 36,9 m, altura bastión 6 m				\$2 733 115,98	¢1 691,80
Cimentaciones	73,8	ml	\$3 179,21	\$234 625,85	¢145,23
Bastiones	590,4	m2	\$839,33	\$495 541,24	¢306,74
Baranda metálica para puentes MZ	70	m	\$225,38	\$15 776,73	¢9,77
Superestructura	1291,5	m2	\$1 509,92	\$1 950 059,07	¢1 207,09
Losa de aproximación	73,8	ml	\$502,89	\$37 113,09	¢22,97
				\$106 702 262,94	¢66 048,70

Fuente: propia

Tabla 136: Costos de Construcción de “Intersección Ceiba”.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	Total (Millones de colones)
Limpieza y Remociones				\$60 270,73	¢37,31
Limpieza y Desmonte	15,006	ha	\$2 546,07	\$38 206,33	¢23,65
Remoción (de estructuras menores y obstrucciones)	30	u	\$372,98	\$11 189,40	¢6,93
Remoción de tuberías (alcantarillas existentes)	150	m	\$72,50	\$10 875,00	¢6,73
Movimientos de Tierra				\$2 812 179,22	¢1 740,74
Excavación en la vía	547 116,58	m³	\$5,14	\$2 812 179,22	¢1 740,74
Excavación de préstamo selecto, Caso 2, para construcción de terraplenes, con CBR>10	167 053,71	m³	\$0,00	\$0,00	¢0,00
Construcción de terraplenes	167 053,71	m³	\$0,00	\$0,00	¢0,00
Capas de Pavimento Semi Rígido				\$1 738 712,81	¢1 076,26
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	8 364,82	ton	\$101,14	\$846 053,14	¢523,71
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	26 156,40	l	\$0,57	\$14 987,78	¢9,28
Material de secado	523,13	m³	\$30,90	\$16 167,03	¢10,01
Suministro, colocación y compactación de base granular	10 985,69	m3	\$29,29	\$321 755,41	¢199,17
Cemento Portland para base estabilizada	1 043,64	ton	\$247,71	\$258 520,93	¢160,02
Sub base de agregados, graduación C	11 247,25	m3	\$25,00	\$281 228,51	¢174,08
Infraestructura para el Ciclista				\$174 511,25	¢108,02
Mezcla Asfáltica (espesor 5 cm)	479,29	ton	\$101,14	\$48 477,84	¢30,01
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	3 896,70	l	\$0,57	\$2 232,83	¢1,38
Material de secado	77,93	m³	\$30,90	\$2 408,51	¢1,49
Suministro, colocación y compactación de base granular	779,34	m3	\$29,29	\$22 825,78	¢14,13
Sub base de agregados, graduación C	1 169,01	m3	\$25,00	\$29 230,16	¢18,09
Barrera New Jersey	1 257,00	ml	\$55,16	\$69 336,12	¢42,92
Infraestructura para el Peatón				\$641 067,82	¢396,82
Construcción de aceras	12 960,00	m2	\$32,69	\$423 675,37	¢262,26
Cordón y cuneta de cemento hidráulico	6 480,00	ml	\$33,55	\$217 392,46	¢134,57
Señalización Vial				\$14 318,65	¢8,86
Señalamiento tipo A (Línea continua blanca)	6,48	km	\$1 862,28	\$12 067,58	¢7,47
Señalamiento tipo I (Línea Continua amarilla)	1,24	km	\$1 812,46	\$2 251,07	¢1,39

Tabla 136: (continuación) Costos de Construcción de “Intersección Ceiba”.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	Total (Millones de colones)
Puente Longitud: 30 m, ancho 37,40 m, altura Bastión 9 m				\$2 534 586,89	¢1 568,91
Cimentaciones	74,8	ml	\$3 179,21	\$237 805,07	¢147,20
Bastiones	673,2	m2	\$839,33	\$565 037,87	¢349,76
Superestructura	1122	m2	\$1 509,92	\$1 694 127,97	¢1 048,67
Losa de aproximación	74,8	ml	\$502,89	\$37 615,98	¢23,28
Sistema Pluvial				\$159 512,95	¢98,74
Sistema Pluvial	1,00	glb	\$159 512,95	\$159 512,95	¢98,74
Sistema Iluminación				\$111 777,16	¢69,19
Sistema Iluminación	1,00	glb	\$111 777,16	\$111 777,16	¢69,19
				\$8 246 937,46	¢5 104,85

Fuente: propia

Tabla 137: Costos de Construcción de “Intersección Jesús María”.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	Total (Millones de colones)
Limpieza y Remociones				\$41 656,22	¢25,79
Limpieza y Desmonte	6,23	ha	\$2 546,07	\$15 862,02	¢9,82
Remoción (de estructuras menores y obstrucciones)	40	u	\$372,98	\$14 919,20	¢9,23
Remoción de tuberías (alcantarillas existentes)	150	m	\$72,50	\$10 875,00	¢6,73
Movimientos de Tierra				\$266 433,08	¢164,92
Excavación en la vía	51 835,23	m³	\$5,14	\$266 433,08	¢164,92
Excavación de préstamo selecto, Caso 2, para construcción de terraplenes, con CBR>10	38 029,40	m³	\$0,00	\$0,00	¢0,00
Construcción de terraplenes	38 029,40	m³	\$0,00	\$0,00	¢0,00
Capas de Pavimento Semi Rígido				\$1 231 631,45	¢762,38
Mezcla Asfáltica (espesor 12 cm)	5 925,29	ton	\$101,14	\$599 308,67	¢370,97
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	18 528,10	l	\$0,57	\$10 616,72	¢6,57
Material de secado	370,56	m³	\$30,90	\$11 452,05	¢7,09
Suministro, colocación y compactación de base granular	7 781,80	m3	\$29,29	\$227 918,08	¢141,08
Cemento Portland para base estabilizada	739,27	ton	\$247,71	\$183 125,42	¢113,35
Sub base de agregados, graduación C	7 967,08	m3	\$25,00	\$199 210,52	¢123,31

Tabla 138: (continuación) Costos de Construcción de “Intersección Jesús María”.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	Total (Millones de colones)
Infraestructura para el Ciclista				\$140 358,69	¢86,88
Mezcla Asfáltica (espesor 5 cm)	385,49	ton	\$101,14	\$38 990,53	¢24,14
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	3 134,10	l	\$0,57	\$1 795,86	¢1,11
Material de secado	62,68	m³	\$30,90	\$1 937,16	¢1,20
Suministro, colocación y compactación de base granular	626,82	m3	\$29,29	\$18 358,68	¢11,36
Sub base de agregados, graduación C	940,23	m3	\$25,00	\$23 509,70	¢14,55
Barrera New Jersey	1 011,00	ml	\$55,16	\$55 766,76	¢34,52
Infraestructura para el Peatón				\$423 412,53	¢262,09
Construcción de aceras	8 492,00	m2	\$32,69	\$277 611,98	¢171,84
Cordón y cuneta de cemento hidráulico	4 346,00	ml	\$33,55	\$145 800,56	¢90,25
Señalización Vial				\$9 750,96	¢6,04
Señalamiento tipo A (Línea continua blanca)	4,15	km	\$1 862,28	\$7 721,01	¢4,78
Señalamiento tipo I (Línea Continua amarilla)	1,12	km	\$1 812,46	\$2 029,95	¢1,26
Puente Longitud: 60 m, ancho 55,86 m, altura Bastión 9 m				\$6 315 936,15	¢3 909,56
Cimentaciones	111,72	ml	\$3 179,21	\$355 181,58	¢219,86
Bastiones	1005,48	m2	\$839,33	\$843 930,90	¢522,39
Superestructura	3351,6	m2	\$1 509,92	\$5 060 641,10	¢3 132,54
Losa de aproximación	111,72	ml	\$502,89	\$56 182,58	¢34,78
Sistema Pluvial				\$168 583,58	¢104,35
Sistema Pluvial	1,00	glb	\$168 583,58	\$168 583,58	¢104,35
Sistema Iluminación				\$111 777,16	¢69,19
Sistema Iluminación	1,00	glb	\$111 777,16	\$111 777,16	¢69,19
				\$8 709 539,82	¢5 391,21

Fuente: propia

Tabla 139: Costos de Construcción de “Túneles viales”.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	Total (Millones de colones)
Construcción de Túneles				\$171 544 366,00	¢106 185,96
Instalaciones Temporales	1,00	glb	\$4 026 000,00	\$4 026 000,00	¢2 492,09
Excavación de portales, Túnel 1 longitud 1,453km	50 000,00	m3	\$53,68	\$2 684 000,00	¢1 661,40
Excavación de portales, Túnel 2 longitud 1,447 km	50 000,00	m3	\$53,68	\$2 684 000,00	¢1 661,40
Excavación Subterránea, Túnel 1	409 363,00	m3	\$87,23	\$35 708 752,00	¢22 103,72
Excavación Subterránea, Túnel 2	409 363,00	m3	\$87,23	\$35 708 752,00	¢22 103,72
Revestimiento de concreto Túnel 1	65 516,00	m3	\$469,70	\$30 772 898,00	¢19 048,42
Revestimiento de concreto Túnel 2	65 516,00	m3	\$469,70	\$30 772 898,00	¢19 048,42
Sistemas Electromecánicos Túnel 1	1,00	glb	\$14 593 533,00	\$14 593 533,00	¢9 033,40
Sistemas Electromecánicos Túnel 2	1,00	glb	\$14 593 533,00	\$14 593 533,00	¢9 033,40
Excavación de préstamo selecto, Caso 2, para construcción de terraplenes, con CBR>10	116 022,00	m³	\$0,00	\$0,00	¢0,00
Construcción de terraplenes	116 022,00	m³	\$0,00	\$0,00	¢0,00
Capas de Pavimento Rígido				\$909 513,02	¢562,99
Sub base de agregados, graduación C	3944,748	m³	\$25,00	\$98 635,26	¢61,06
Pavimento de concreto hidráulico MR 45 kg/cm2 para calzadas (22 cm espesor)	19723,74	m²	\$33,00	\$650 883,42	¢402,90
Barrera New Jersey	2 900,55	ml	\$55,16	\$159 994,34	¢99,04
Capas de Pavimento Semi Rígido				\$1 947 384,07	¢1 205,43
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	9 368,72	ton	\$101,14	\$947 592,04	¢586,56
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	29 295,56	l	\$0,57	\$16 786,54	¢10,39
Material de secado	585,91	m³	\$30,90	\$18 107,31	¢11,21
Suministro, colocación y compactación de base granular	12 304,13	m3	\$29,29	\$360 370,82	¢223,07
Cemento Portland para base estabilizada	1 168,89	ton	\$247,71	\$289 547,27	¢179,23
Sub base de agregados, graduación C	12 597,09	m3	\$25,00	\$314 980,09	¢194,97
Infraestructura para el Peatón				\$205 763,48	¢127,37
Construcción de aceras	6 294,19	m2	\$32,69	\$205 763,48	¢127,37
Sistema Pluvial				\$194 616,57	¢120,47
Cordón y cuneta de cemento hidráulico	5 801,10	ml	\$33,55	\$194 616,57	¢120,47
Señalización Vial				\$13 729,72	¢8,50
Señalamiento tipo A (Línea continua blanca)	5,80	km	\$1 862,28	\$10 803,27	¢6,69
Señalamiento tipo I (Línea Intermitente blanca)	2,90	km	\$1 008,93	\$2 926,45	¢1,81

\$174 815 372,86

¢108 210,72

Fuente: propia

Tabla 140: Costos de Construcción de “Intersección San Rafael”.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	Total (Millones de colones)
Limpieza y Remociones				\$38 459,88	¢23,81
Limpieza y Desmonte	4,9746	ha	\$2 546,07	\$12 665,68	¢7,84
Remoción (de estructuras menores y obstrucciones)	40	u	\$372,98	\$14 919,20	¢9,23
Remoción de tuberías (alcantarillas existentes)	150	m	\$72,50	\$10 875,00	¢6,73
Movimientos de Tierra				\$137 996,72	¢85,42
Excavación en la vía	26 847,61	m³	\$5,14	\$137 996,72	¢85,42
Excavación de préstamo selecto, Caso 2, para construcción de terraplenes, con CBR>10	160 728,97	m³	\$0,00	\$0,00	¢0,00
Construcción de terraplenes	160 728,97	m³	\$0,00	\$0,00	¢0,00
Capas de Pavimento Semi Rígido				\$1 041 277,35	¢644,55
Mezcla Asfáltica (espesor 12 cm)	5 009,51	ton	\$101,14	\$506 682,86	¢313,64
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	15 664,50	l	\$0,57	\$8 975,86	¢5,56
Material de secado	313,29	m³	\$30,90	\$9 682,08	¢5,99
Suministro, colocación y compactación de base granular	6 579,09	m3	\$29,29	\$192 692,33	¢119,28
Cemento Portland para base estabilizada	625,01	ton	\$247,71	\$154 822,57	¢95,84
Sub base de agregados, graduación C	6 735,74	m3	\$25,00	\$168 421,65	¢104,25
Infraestructura para el Ciclista				\$171 094,95	¢105,91
Mezcla Asfáltica (espesor 5 cm)	589,66	ton	\$101,14	\$59 640,92	¢36,92
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	4 794,00	l	\$0,57	\$2 746,99	¢1,70
Material de secado	95,88	m³	\$30,90	\$2 963,13	¢1,83
Suministro, colocación y compactación de base granular	958,80	m3	\$29,29	\$28 081,91	¢17,38
Sub base de agregados, graduación C	1 438,20	m3	\$25,00	\$35 961,04	¢22,26
Barrera New Jersey	756,00	ml	\$55,16	\$41 700,96	¢25,81
Infraestructura para el Peatón				\$505 194,27	¢312,72
Construcción de aceras	11 868,00	m2	\$32,69	\$387 976,80	¢240,16
Cordón y cuneta de cemento hidráulico	3 494,00	ml	\$33,55	\$117 217,48	¢72,56
Señalización Vial				\$8 718,00	¢5,40
Señalamiento tipo A (Línea continua blanca)	3,49	km	\$1 862,28	\$6 506,81	¢4,03
Señalamiento tipo I (Línea Continua amarilla)	1,22	km	\$1 812,46	\$2 211,20	¢1,37
Puente Longitud: 50 m, ancho 52,7 m, altura Bastión 9 m				\$5 162 916,89	¢3 195,85
Cimentaciones	105,4	ml	\$3 179,21	\$335 088,96	¢207,42
Bastiones	948,6	m2	\$839,33	\$796 189,73	¢492,84
Superestructura	2635	m2	\$1 509,92	\$3 978 633,87	¢2 462,77
Losa de aproximación	105,4	ml	\$502,89	\$53 004,33	¢32,81
Sistema Pluvial				\$141 313,16	¢87,47
Sistema Pluvial	1,00	glb	\$141 313,16	\$141 313,16	¢87,47
Sistema Iluminación				\$59 941,34	¢37,10
Sistema Iluminación	1,00	glb	\$59 941,34	\$59 941,34	¢37,10
				\$7 266 912,56	¢4 498,22

Fuente: propia

Tabla 141: Costos de Construcción de “Intersección Ruta Nacional 1-CIVO”.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	Total (Millones de colones)
Limpieza y Remociones				\$50 388,72	¢31,19
Limpieza y Desmonte	2,4175	ha	\$2 546,07	\$6 155,12	¢3,81
Remoción (de estructuras menores y obstrucciones)	70	u	\$372,98	\$26 108,60	¢16,16
Remoción de tuberías (alcantarillas existentes)	250	m	\$72,50	\$18 125,00	¢11,22
Movimientos de Tierra				\$1 107 508,09	¢685,55
Excavación en la vía	215 468,50	m³	\$5,14	\$1 107 508,09	¢685,55
Excavación de préstamo selecto, Caso 2, para construcción de terraplenes, con CBR>10	90 469,35	m³	\$0,00	\$0,00	¢0,00
Construcción de terraplenes	90 469,35	m³	\$0,00	\$0,00	¢0,00
Capas de Pavimento Semi Rígido				\$542 325,72	¢335,70
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	2 609,09	ton	\$101,14	\$263 894,29	¢163,35
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	8 158,50	l	\$0,57	\$4 674,87	¢2,89
Material de secado	163,17	m³	\$30,90	\$5 042,69	¢3,12
Suministro, colocación y compactación de base granular	3 426,57	m3	\$29,29	\$100 359,43	¢62,12
Cemento Portland para base estabilizada	325,52	ton	\$247,71	\$80 635,83	¢49,91
Sub base de agregados, graduación C	3 508,16	m3	\$25,00	\$87 718,60	¢54,30
Infraestructura para el Peatón				\$256 229,27	¢158,61
Construcción de aceras	5 180,00	m2	\$32,69	\$169 339,38	¢104,82
Cordón y cuneta de cemento hidráulico	2 590,00	ml	\$33,55	\$86 889,89	¢53,78
Muros de Contención				\$1 733 081,82	¢1 072,78
Concreto 280 kg/cm2	2 900,63	m3	\$305,17	\$885 183,73	¢547,93
Acero Grado 60	284 824,31	kg	\$2,98	\$847 898,09	¢524,85
Señalización Vial				\$4 823,31	¢2,99
Señalamiento tipo A (Línea continua blanca)	2,59	km	\$1 862,28	\$4 823,31	¢2,99
Puente Longitud: 40 m, ancho 31,40 m, altura Bastión 9 m				\$2 602 082,92	¢1 610,69
Cimentaciones	62,8	ml	\$3 179,21	\$199 654,52	¢123,59
Bastiones	565,2	m2	\$839,33	\$474 390,09	¢293,65
Superestructura	1256	m2	\$1 509,92	\$1 896 456,98	¢1 173,91
Losa de aproximación	62,8	ml	\$502,89	\$31 581,33	¢19,55
Sistema Pluvial				\$125 928,80	¢77,95
Sistema Pluvial	1,00	glb	\$125 928,80	\$125 928,80	¢77,95
Sistema Iluminación				\$111 777,16	¢69,19
Sistema Iluminación	1,00	glb	\$111 777,16	\$111 777,16	¢69,19
				\$6 534 145,80	¢4 044,64

Fuente: propia

Tabla 142: Costos de Ampliación Calle de acceso al Aeropuerto Metropolitano (Ruta Nacional 757 y ruta cantonal).

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	Total (Millones de colones)
Ampliación de la Ruta Nacional 757					
Limpieza y Remociones				\$121 038,51	€74,92
Limpieza y Desmante	21,5	ha	\$2 546,07	\$54 740,51	€33,88
Remoción (de estructuras menores y obstrucciones)	100	u	\$372,98	\$37 298,00	€23,09
Remoción de tuberías (alcantarillas existentes)	400	m	\$72,50	\$29 000,00	€17,95
Movimientos de Tierra				\$3 011 840,41	€1 864,33
Excavación en la vía	585 961,17	m³	\$5,14	\$3 011 840,41	€1 864,33
Excavación de préstamo selecto, Caso 2, para construcción de terraplenes, con CBR>10	189 771,95	m³	\$0,00	\$0,00	€0,00
Construcción de terraplenes	189 771,95	m³	\$0,00	\$0,00	€0,00
Capas de Pavimento Rígido				\$1 901 562,01	€1 177,07
Sub base de agregados, graduación C	10008	m³	\$25,00	\$250 242,01	€154,90
Pavimento de concreto hidráulico MR 45 kg/cm² para calzadas (22 cm espesor)	50040	m²	\$33,00	\$1 651 320,00	€1 022,17
Capas de Pavimento Semi Rígido				\$5 684 390,89	€3 518,64
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	27 347,18	ton	\$101,14	\$2 766 009,87	€1 712,16
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	85 513,38	l	\$0,57	\$48 999,70	€30,33
Material de secado	1 710,27	m³	\$30,90	\$52 855,02	€32,72
Suministro, colocación y compactación de base granular	35 915,62	m³	\$29,29	\$1 051 918,12	€651,14
Cemento Portland para base estabilizada	3 411,98	ton	\$247,71	\$845 185,03	€523,17
Sub base de agregados, graduación C	36 770,75	m³	\$25,00	\$919 423,14	€569,12
Infraestructura para el Ciclista				\$1 050 483,20	€650,25
Mezcla Asfáltica (espesor 5 cm)	3 053,66	ton	\$101,14	\$308 859,66	€191,18
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	24 826,46	l	\$0,57	\$14 225,72	€8,81
Material de secado	496,53	m³	\$30,90	\$15 345,01	€9,50
Suministro, colocación y compactación de base granular	4 965,29	m³	\$29,29	\$145 426,47	€90,02
Sub base de agregados, graduación C	7 447,94	m³	\$25,00	\$186 229,74	€115,28
Barrera New Jersey	6 896,24	ml	\$55,16	\$380 396,60	€235,47
Infraestructura para el Peatón				\$1 403 722,28	€868,90
Construcción de aceras	28 784,96	m²	\$32,69	\$941 009,15	€582,48
Cordón y cuneta de cemento hidráulico	13 792,48	ml	\$33,55	\$462 713,13	€286,42
Señalización Vial				\$66 661,49	€41,26
Señalamiento tipo A (Línea continua blanca)	27,58	km	\$1 862,28	\$51 370,92	€31,80
Señalamiento tipo I (Línea Intermitente blanca)	6,90	km	\$1 008,93	\$6 957,81	€4,31
Señalamiento tipo I (Línea Continua amarilla)	4,60	km	\$1 812,46	\$8 332,75	€5,16
Sistema Pluvial				\$518 994,25	€321,26
Sistema Pluvial	1,00	glb	\$518 994,25	\$518 994,25	€321,26
Sistema Iluminación				\$1 492 089,78	€923,60
Sistema Iluminación	6,90	km	\$216 362,80	\$1 492 089,78	€923,60

\$15 258 955,75

€9 445,29

Fuente: propia

Tabla 143: Costos de Construcción de “Intersección Acceso al Aeropuerto”.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	Total (Millones de colones)
Limpieza y Remociones				\$32 776,64	¢20,29
Limpieza y Desmonte	2,7836	ha	\$2 546,07	\$7 087,24	¢4,39
Remoción (de estructuras menores y obstrucciones)	30	u	\$372,98	\$11 189,40	¢6,93
Remoción de tuberías (alcantarillas existentes)	200	m	\$72,50	\$14 500,00	¢8,98
Movimientos de Tierra				\$853 153,24	¢528,10
Excavación en la vía	165 983,12	m³	\$5,14	\$853 153,24	¢528,10
Excavación de préstamo selecto, Caso 2, para construcción de terraplenes, con CBR>10	16 103,73	m³	\$0,00	\$0,00	¢0,00
Construcción de terraplenes	16 103,73	m³	\$0,00	\$0,00	¢0,00
Capas de Pavimento Semi Rígido				\$867 156,12	¢536,77
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	4 171,82	ton	\$101,14	\$421 955,92	¢261,19
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	13 045,10	l	\$0,57	\$7 474,92	¢4,63
Material de secado	260,90	m³	\$30,90	\$8 063,05	¢4,99
Suministro, colocación y compactación de base granular	5 478,94	m3	\$29,29	\$160 470,53	¢99,33
Cemento Portland para base estabilizada	520,50	ton	\$247,71	\$128 933,32	¢79,81
Sub base de agregados, graduación C	5 609,39	m3	\$25,00	\$140 258,37	¢86,82
Infraestructura para el Ciclista				\$100 383,46	¢62,14
Mezcla Asfáltica (espesor 5 cm)	291,81	ton	\$101,14	\$29 514,42	¢18,27
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	2 372,40	l	\$0,57	\$1 359,40	¢0,84
Material de secado	47,45	m³	\$30,90	\$1 466,36	¢0,91
Suministro, colocación y compactación de base granular	474,48	m3	\$29,29	\$13 896,85	¢8,60
Sub base de agregados, graduación C	711,72	m3	\$25,00	\$17 795,99	¢11,02
Barrera New Jersey	659,00	ml	\$55,16	\$36 350,44	¢22,50
Infraestructura para el Peatón				\$344 974,93	¢213,54
Construcción de aceras	7 868,00	m2	\$32,69	\$257 212,79	¢159,21
Cordón y cuneta de cemento hidráulico	2 616,00	ml	\$33,55	\$87 762,14	¢54,32
Señalización Vial				\$4 871,72	¢3,02
Señalamiento tipo A (Línea continua blanca)	2,62	km	\$1 862,28	\$4 871,72	¢3,02
Muros de Contención				\$1 941 051,64	¢1 201,51
Concreto 280 kg/cm2	3 248,70	m3	\$305,17	\$991 405,78	¢613,68
Acero Grado 60	319 003,23	kg	\$2,98	\$949 645,86	¢587,83
Puente Longitud: 27 m, ancho 43,2 m, altura Bastión 9 m				\$2 732 468,68	¢1 691,40
Cimentaciones	86,4	ml	\$3 179,21	\$274 683,93	¢170,03
Bastiones	777,6	m2	\$839,33	\$652 664,07	¢404,00
Superestructura	1166,4	m2	\$1 509,92	\$1 761 168,33	¢1 090,16
Losa de aproximación	87,4	ml	\$502,89	\$43 952,36	¢27,21

Tabla 142: (continuación) Costos de Construcción de “Intersección Acceso al Aeropuerto”.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	Total (Millones de colones)
Sistema Pluvial				\$288 001,32	¢178,27
Sistema Pluvial	1,00	glb	\$288 001,32	\$288 001,32	¢178,27
Sistema Iluminación				\$59 941,34	¢37,10
Sistema Iluminación	1,00	glb	\$59 941,34	\$59 941,34	¢37,10

\$7 224 779,10 ¢4 472,14

Fuente: propia

Tabla 144: Costos de Construcción de “Ampliación Ruta Nacional 135”.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	Total (Millones de colones)
Limpieza y Remociones				\$45 026,22	¢27,87
Limpieza y Desmonte	3,2	ha	\$2 546,07	\$8 147,42	¢5,04
Remoción (de estructuras menores y obstrucciones)	60	u	\$372,98	\$22 378,80	¢13,85
Remoción de tuberías (alcantarillas existentes)	200	m	\$72,50	\$14 500,00	¢8,98
Movimientos de Tierra				\$57 501,35	¢35,59
Excavación en la vía	11 187,03	m³	\$5,14	\$57 501,35	¢35,59
Capas de Pavimento Rígido				\$312 534,71	¢193,46
Sub base de agregados, graduación C	1644,8832	m³	\$25,00	\$41 128,98	¢25,46
Pavimento de concreto hidráulico MR 45 kg/cm² para calzadas (22 cm espesor)	8224,416	m²	\$33,00	\$271 402,73	¢168,00
Capas de Pavimento Semi Rígido				\$501 148,45	¢310,21
Mezcla Asfáltica (espesor 13 cm)	2410,99	ton	\$101,14	\$243 857,54	¢150,95
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	7539,05	l	\$0,57	\$4 319,92	¢2,67
Material de secado	150,78	m³	\$30,90	\$4 659,82	¢2,88
Suministro, colocación y compactación de base granular	3166,40	m³	\$29,29	\$92 739,42	¢57,41
Cemento Portland para base estabilizada	300,81	ton	\$247,71	\$74 513,38	¢46,12
Sub base de agregados, graduación C	3241,79	m³	\$25,00	\$81 058,37	¢50,18
Infraestructura para el Ciclista				\$154 155,36	¢95,42
Mezcla Asfáltica (espesor 5 cm)	702,50	ton	\$101,14	\$71 054,06	¢43,98
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	5711,40	l	\$0,57	\$3 272,67	¢2,03
Material de secado	114,23	m³	\$30,90	\$3 530,16	¢2,19
Suministro, colocación y compactación de base granular	1142,28	m³	\$29,29	\$33 455,78	¢20,71
Sub base de agregados, graduación C	1713,42	m³	\$25,00	\$42 842,69	¢26,52

Tabla 143: (continuación) Costos de Construcción de “Ampliación Ruta Nacional 135”.

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	Total (Millones de colones)
Infraestructura para el Peatón				\$188 669,75	¢116,79
Construcción de aceras	3426,84	m2	\$32,69	\$112 026,83	¢69,34
Cordón y cuneta de cemento hidráulico	2284,56	ml	\$33,55	\$76 642,92	¢47,44
Señalización Vial				\$10 636,23	¢6,58
Señalamiento tipo A (Línea continua blanca)	5,71	km	\$1 862,28	\$10 636,23	¢6,58
Sistema Pluvial				\$24 271,54	¢15,02
Sistema Pluvial	1,00	glb	\$24 271,54	\$24 271,54	¢15,02
Sistema Iluminación				\$247 146,90	¢152,98
Sistema Iluminación	1,14	km	\$216 362,80	\$247 146,90	¢152,98
				\$1 541 762,15	¢954,35

Fuente: propia

A partir de los resultados anteriores, se obtiene que la propuesta de infraestructura vial requerida para comunicar el Aeropuerto de Orotina con el Cantón de San Ramón tiene un costo alrededor de \$804 856 073 (ochocientos cuatro millones ochocientos cincuenta y seis mil setenta y tres dólares), los cuales se resumen por tipo de infraestructura vial (ver Tabla 145) y por componente vial (ver Tabla 146).

Tabla 145: Resumen de Costos de Construcción por “tipo de infraestructura vial” de la propuesta requerida para comunicar el Aeropuerto Internacional Metropolitano con el Cantón de San Ramón.

Descripción	Total	Total (Millones de colones)	Porcentaje
Ampliación de la Ruta Nacional 757	\$15 258 955,75	¢9 445,29	1,90%
Intersecciones	\$46 577 496,54	¢28 831,47	5,79%
Carretera	\$459 960 223,27	¢284 715,38	57,15%
Puentes	\$106 702 262,94	¢66 048,70	13,26%
Túneles	\$174 815 372,86	¢108 210,72	21,72%
Ampliación Ruta Nacional 135	\$1 541 762,15	¢954,35	0,19%
Total	\$804 856 073,52	¢498 205,91	100%

Tipo de cambio: ¢619 por dólar

Fuente: propia

Tabla 146: Resumen de Costos de Construcción por “componente vial” de la propuesta requerida para comunicar el Aeropuerto Internacional Metropolitano con el Cantón de San Ramón.

Descripción	Total (Millones de dólares)	Total (Millones de colones)	Porcentaje
Limpieza y Remociones	\$1,53	¢947,85	0,19%
Movimientos de Tierra	\$386,93	¢239 511,10	48,07%
Pavimento Rígido	\$18,30	¢11 325,12	2,27%
Pavimento Semi Rígido	\$56,28	¢34 837,13	6,99%
Infraestructura para el Ciclista	\$2,37	¢1 468,02	0,29%
Infraestructura para el Peatón	\$6,19	¢3 832,12	0,77%
Señalización Vial	\$0,32	¢196,63	0,04%
Sistema Pluvial	\$12,11	¢7 497,38	1,50%
Sistema Iluminación	\$9,36	¢5 791,62	1,16%
Puentes	\$130,56	¢80 817,46	16,22%
Muros de Contención	\$9,36	¢5 795,51	1,16%
Construcción de Túneles	\$171,54	¢106 185,96	21,31%
Total	\$804,86	¢498 205,91	100,00%

Tipo de cambio: ¢619 por dólar

Fuente: propia

Como se expone en la Ilustración 170, el 57% de los costos totales corresponden a costos asociados a la carretera, por ejemplo: movimiento de tierra, base estabilizada, subbase, carpeta, entre otros, los cuales como se muestra en la Ilustración 171, el 48% del monto total concierne al “Movimiento de Tierra” requerido en el CIVO; por lo que se revela el gran impacto de la topografía montañosa entre los cantones de San Mateo y San Ramón en los costos de la propuesta vial.

Con respecto a los túneles, los puentes y las intersecciones a desnivel, estos representan el 21.72%, el 13.26% y el 5.79% de los costos totales de la propuesta vial como se muestra en la Ilustración 170, por lo que figuran entre las infraestructuras más costosas del CIVO.

Además, referente a la ampliación de la Ruta Nacional 757 y Ruta Nacional 135, estas adecuaciones requieren alrededor del 2.1% del costo total de la propuesta vial, siendo estas obras muy significativas para lograr la conexión con el “Aeropuerto Internacional Metropolitano” y conexión con otros modos de transporte, como se expresó en los apartados 4.2 y 4.3 de este documento.

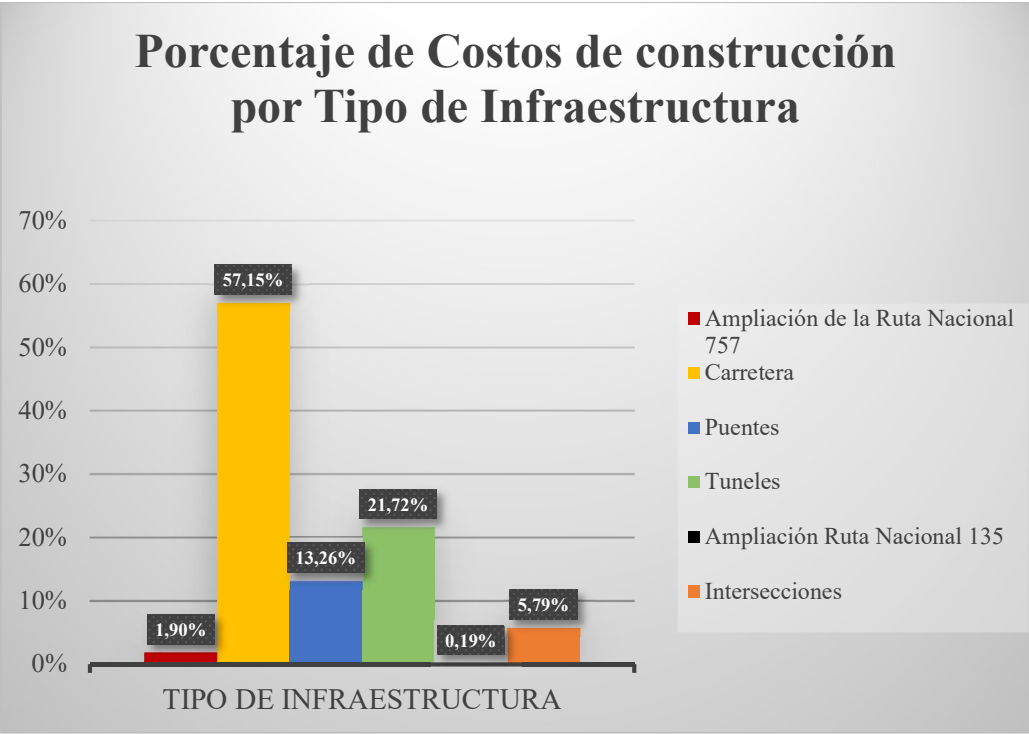


Ilustración 170: Gráfico de Porcentaje de Costos de construcción por tipo de infraestructura.

Fuente: propia

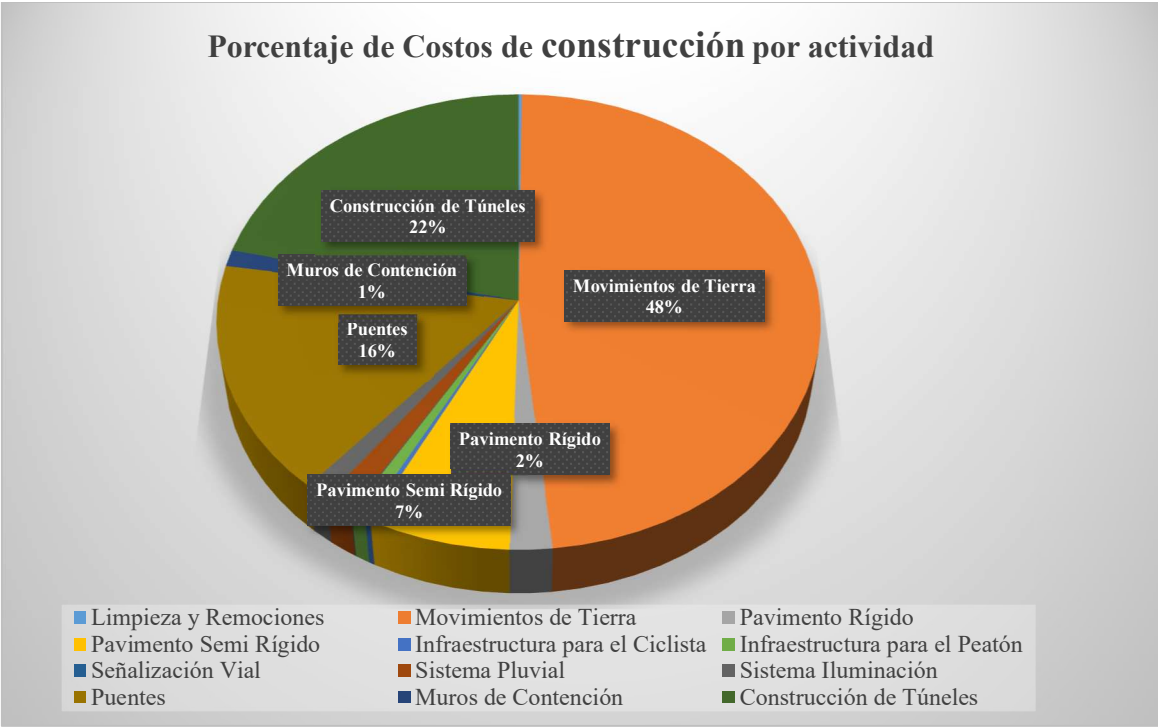


Ilustración 171: Gráfico de Porcentaje de Costos de construcción por tipo de infraestructura.

Fuente: propia

Con el fin de comparar el costo de este estudio con el costo de otros proyectos, se investigó el monto contractual de los proyectos Ampliación de la carretera Limonal- Cañas, licitación N° PIT-1-LPI-O-2016 y Ampliación de la Ruta Nacional N° 32 tramo: Cruce Ruta Nacional No. 4 – Limón, los cuales actualmente se encuentran en ejecución. Con esta información, se determinó el costo por kilómetro por carril con el fin de llevar a cabo la comparación de costos, en la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos.

Tabla 147: Resumen de Costos de Construcción por “componente vial” de la propuesta requerida para comunicar el Aeropuerto Internacional Metropolitano con el Cantón de San Ramón.

Nombre del Proyecto	Longitud (km)	Cantidad de Carriles	Costo Total (Millones de dólares)	Costo por Km por Carril (Millones de dólares)
Ampliación de la carretera Limonal- Cañas, licitación N° PIT-1-LPI-O-2016	20,80	4	\$89,90	\$1,08
Ampliación de la R.N. No. 32 tramo: Cruce Ruta Nacional No. 4 – Limón	107,24	4	\$465,59	\$1,09
Propuesta de infraestructura vial requerida para para comunicar el Aeropuerto de Orotina con el Cantón de San Ramón (Con Movimiento de Tierra y Túneles)	41,69	6	\$804,86	\$3,22
Propuesta de infraestructura vial requerida para para comunicar el Aeropuerto de Orotina con el Cantón de San Ramón (Sin Movimiento de Tierra y Túneles)	41,69	6	\$246,38	\$0,98

Fuente: propia con información de los proyectos Ampliación de la carretera Limonal- Cañas y Ampliación de la R.N. No. 32 tramo: Cruce Ruta Nacional No. 4 – Limón.

De los resultados anteriores, se obtuvo que el costo por kilómetro por carril de la propuesta de infraestructura vial requerida para para comunicar el Aeropuerto de Orotina con el Cantón de San Ramón, es 1.98 veces mayor que los costos por kilómetro por carril de los proyectos de “Ampliación de la carretera Limonal- Cañas”, y la Ampliación de la Ruta Nacional N° 32, la cual es producto de las siguientes razones:

- La diferencia entre Topografía del terreno de los corredores viales. El CIVO el 50% de su longitud es montañosa y las ampliaciones “Limonal-Cañas”, Ruta 32 se efectúan sobre una topografía plana en rutas existentes.
- El CIVO requiere túneles viales y las ampliaciones Limonal Cañas y la Ruta 32 no requieren este tipo de infraestructura vial.
- Como se muestra en la Tabla 147, al quitar los costos del Movimientos de Tierra y de los túneles viales, el costo por kilómetro por carril de la propuesta de infraestructura vial del CIVO es muy similar al de las ampliaciones “Limonal- Cañas” y Ruta 32, confirmando lo expuesto en los puntos anteriores.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como objetivo fundamental de este estudio, se logró determinar la infraestructura vial requerida para garantizar la comunicación entre el Aeropuerto Metropolitano que se ubicará en el cantón de Orotina con el cantón de San Ramón, en donde se evaluó y mitigó los posibles riesgos a desastre naturales presentes en la zona. Se estudió y diseñó la infraestructura vial requerida para lograr una intermodalidad entre los posibles sistemas de transportes como el BRT, automóviles, peatones y ciclistas. Además, se estimó el costo de la opción más viable del Corredor de Interconexión Vial Occidente, a partir de la comparación de dos alternativas de estructuras de pavimento. Con base en la información estudiada, se llegó a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

5.1. Conclusiones

1. Se determinó que el Corredor de Interconexión Vial Occidente (CIVO) es vulnerable a las amenazas naturales de deslizamiento en las zonas montañosas de los cerros del Aguacate (entre las estaciones 15+780 hasta 30+300), de inundación en los puentes sobre Quebrada Grande (estación 9+399.5), el Río Grande (estación 28+922.66) y Río Grande (estación 32+461.75) y a la amenaza sísmica en todo el corredor vial.
2. Al realizar el diseño del alineamiento horizontal y vertical, se identificó que el CIVO está compuesto por dos regiones claramente definidas, las cuales están comprendidas entre la estación 0+225 a la estación 15+300 (región 1) y entre la estación 15+300 a la estación 33+350 (región 2).
 - En la región 1, el terreno natural es llano o plano, en este se obtuvo una pendiente longitudinal del 3.11% en promedio, se identifica la necesidad de cruzar obstáculos naturales como son el Río Machuca y la Quebrada Grande y los poblados de Pozón, Ceiba y Jesús María, por lo que se requieren de la construcción de puentes y de intercambios viales, con el fin de comunicar esos poblados con el CIVO de una manera eficiente y segura.
 - En la región 2, el terreno natural es montañoso, en el diseño realizado se obtuvo un pendiente longitudinal promedio de 5.63% y una pendiente máxima de 10.05% en una longitud de 1.159 km, el cual ronda el límite máximo de pendiente para “Carreteras Rurales” para una velocidad de diseño de 80 km/h según (SIECA, 2011). En esta región se identifica obstáculos naturales como son el Río Salto, Río Jesús, Río Grande y el denominado “Cerro del Aguacate”, por lo que existe la necesidad de la construcción de puentes vehiculares, así como la construcción de dos ductos de túneles paralelos de 1453 metros de longitud aproximadamente cada uno y obras de estabilización de taludes, como medida de mitigación al riesgo de deslizamiento de masas de terreno.
3. El corredor CIVO requiere como mínimo 3 carriles de vehículos mixtos por sentido para brindar un nivel de servicio C en el año 20 de operación, por lo que después de ese año es posible que en las horas de mayor demanda se alcance niveles de servicios E o F en los sectores montañosos del CIVO, reduciendo considerablemente la velocidad de operación y la libertad de maniobra de los vehículos, ocasionando un flujo forzado y colas.
4. El implementar 2 carriles de vehículos mixtos, más un sistema de “Autobuses de Tránsito Rápido” (BRT) con carriles exclusivos por sentido, permite que cuando se alcance niveles de servicios E o F en el CIVO, el transporte por medio del sistema de BRT se vuelve en la opción más atractiva para la mayoría de los viajeros, esto debido a que este sistema brinda un servicio de muy alta calidad a un menor costo para el usuario, ya que se pueden obtener tiempos de viaje de una hora entre el cantón de San Ramón y el Aeropuerto de Orotina.

5. Se identifica 7 puntos del CIVO en donde convergen los servicios de transporte público, la movilidad peatonal y la movilidad ciclista con el sistema de “Autobuses de Tránsito Rápido” (BRT), de los cuales 5 puntos coinciden con los intercambios a desnivel y los restantes corresponden a las terminales de San Ramón y Orotina. En estos lugares por su cercanía con los centros de población, se identifica la necesidad de construir estaciones intermodales e infraestructura para peatones y ciclistas, con el objetivo de integrar los diferentes modos de transportes y así lograr una movilidad urbana eficiente y con redundancia.
6. El “Sistema de Autobuses de Tránsito Rápido (BRT)” para el CIVO puede lograr capacidades entre 2114 y 3171 pasajeros por hora punta por dirección, pero depende de muchas variables que involucra el cálculo de capacidad del sistema, en este caso particular para lograr esa capacidad se requiere:
 - Un sistema cerrado, es decir los carriles centrales del corredor serán exclusivos para buses autorizados.
 - Se logre realizar un “Servicio tronco-alimentados”, es decir que exista servicios de buses más pequeños que den conexión de las áreas residenciales con terminales o las estaciones de transbordo.
 - Se construya inicialmente 2 bahías de parada y cuando se requiera incrementar la capacidad a 3171 pasajeros por hora punta por dirección, se requiere 3 bahías de buses articulados, ya que se identifica que el cálculo de capacidad depende considerablemente de la cantidad de bahías de buses.
 - El nivel de saturación en las terminales como máximo sea de un 40%, ya que la velocidad comercial promedio del vehículo, es afectado considerablemente por este parámetro.
 - Los autobuses articulados tengan una capacidad de 140 pasajeros.
 - Se realice mejoras en la interfaz vehículo-estación como, por ejemplo: la recolección de tickets y verificación fuera del vehículo por medio de pago inteligentes, el abordaje de pasajeros en plataforma se realice a nivel (sin gradas), se instale dispositivos de ayuda al conductor para que el estacionamiento sea más fácil, se utilicen autobuses articulados con 4 puertas dobles, entre otras.
7. Se identifica en el CIVO la necesidad de construcción de 6 intercambios viales y una intersección tipo rotonda, con el fin de no afectar los poblados de Orotina, Ceiba, Cascajal, Uvita, Pozón, Jesús María, Rincón Mora, San Rafael, Santiago y San Ramón.
8. Se identifica la necesidad de ampliación y mejora del diseño vial de la Ruta Nacional 757 y calle Pozón para una velocidad de diseño de 60 km/h como máximo, con el fin llevar el sistema de BRT a la terminal Aérea del Aeropuerto Internacional Metropolitano y a las cercanías del centro de población del cantón de Orotina.
9. Se identifica la necesidad de construir ciclovías en las Rutas Cantonales del distrito Ceiba, San Ramón y Orotina, y en las Rutas Nacionales 131, 713, 135 757 y 703, como se indicó en el apartado 4.3.1. de este documento.
10. El "Corredor de Interconexión Vial Occidente" reduce los tiempos de viaje entre el cantón de San Ramón y el “Aeropuerto Internacional Metropolitano” ubicado en Orotina en un 54.8% (es decir 49 minutos). Si el viaje se realiza en el “Sistema de Autobuses de Tránsito Rápido (BRT)”, los tiempos de viaje se reducen en 29.8% (es decir 27 minutos), ambos tiempos en comparación si el viaje se realiza por la ruta existente (Ruta Nacional 1, Ruta Nacional 23, la Ruta Nacional 27 y Ruta Nacional 757). Por lo que de este estudio se concluye: la construcción del "Corredor de Interconexión Vial Occidente" es la opción más rápida y segura para los pasajeros de Transporte Público y conductores de vehículos privados, y es una de las opciones identificadas para minimizar los impactos negativos que genera la construcción del Nuevo Aeropuerto de Orotina en las carreteras existentes (Mott MacDonald, 2017).

11. Al comparar la propuesta de construcción del pavimento flexible, con la propuesta del pavimento semirrígido en los carriles de vehículos mixtos del CIVO, se determina que el “pavimento semirrígido” es la opción más viable, debido a las siguientes razones:
 - Es la opción de menor costo de construcción.
 - El pavimento semirrígido requiere obras de preservación y rehabilitación muy similar a los pavimentos flexibles, por lo que se considera que no causa mayor ventaja entre estos dos tipos de pavimentos.
 - Las obras de preservación y rehabilitación son de rápida ejecución impactando en menor medida la operación vehicular.
 - Impacta en menor grado el ambiente, ya que se puede reutilizar mayor cantidad de materiales proveniente de los movimientos de tierra, y reduce la necesidad de materiales asfálticos, reduciéndose el consumo energético y gases de efecto invernadero.
 - Genera mayor cantidad de empleos y encadenamientos productivos al requerir mayoritariamente materiales producidos en Costa Rica, como por ejemplo el cemento y agregados pétreos.
12. El costo de la propuesta de infraestructura vial requerida para para comunicar el Aeropuerto de Orotina con el Cantón de San Ramón ronda aproximadamente los \$804 millones, precios actualizados al año 2021, en donde alrededor del 57% corresponden a costos asociados a la carretera, el 22% al costo de los túneles viales, el 13% al costo de puentes, el 5.8% al costo de las intersecciones y el resto al costo de las ampliaciones de las Rutas Nacionales 754 y 135.
13. El 57% de los costos totales corresponde a la construcción de las “Carreteras”, en donde el 48% conciernen a las actividades de Movimiento de Tierra; y el restante a la estructura de pavimento, muros de contención, señalización vial, entre otros. Por lo que se revela que este diseño del “Corredor de Interconexión Vial Occidente” es impactado en gran medida por el volumen de “corte o excavación”, el cual se identifica que es producto de las siguientes razones:
 - La Topografía del terreno existente. El corredor atraviesa el denominado “Cerro del Aguacate”.
 - El nivel de operación requerido de los vehículos mixtos y del sistema de BRT en el CIVO, con el fin de comunicar el Aeropuerto Metropolitano con el cantón de San Ramón de manera eficiente y con redundancia.
 - La pendiente máxima requerida en el alineamiento, entre 9% en calles arteriales y 10% para calles rurales (SIECA, 2011).

5.2. Recomendaciones

1. Estudiar desde el punto de vista geológico y geotécnico los taludes y fallas geológicas de las zonas montañosas de los “Cerros del Aguacate”, con el fin de reducir el riesgo a deslizamiento y el riesgo sísmico.
2. Estudiar desde el punto de vista hidrológico e hidráulico todos los ríos que atraviesa el CIVO, en especial el Río Grande y la Quebrada Grande, considerando la transformación del uso de suelo de las cuencas hidrográficas y el cambio climático, con el fin de reducir el riesgo de inundación.
3. Realizar un levantamiento topográfico con drones en el área del trazo vial diseñado en este estudio, con el fin de obtener mayor precisión, y así validar el diseño y tomar mejores decisiones en las siguientes etapas del ciclo de vida del proyecto.
4. Estudiar otros posibles trazos viales a partir de modelos digitales de terreno como, por ejemplo, el suministrado por InfraWorks o sistema de información geográfica.

5. Realizar convenios con Instituto Costarricense de Censos (INEC) para realizar censos demográficos, con el objetivo de estudiar la población de los cantones de San Ramón, San Mateo, Orotina, Esparza, Puntarenas y Palmares, con el fin de determinar las características de la fuerza laboral de estos centros de población, y así estimar la porción de la demanda de vehículos en el CIVO producto de personas trabajadoras.
6. Realizar convenios con el Instituto Costarricense de Turismo (ICT), Dirección de Migración y Extranjería con objetivo de investigar el origen y destino de pasajeros nacionales e internacionales dentro el territorio nacional.
7. Realizar “Estudios origen y destino” en la Ruta Nacional 27, 34, 3, 131, 755, 713, 1, 156 y 135, con el fin de conocer la demanda de transporte en la región servida por esta red.
8. Para implementar un Sistema de Autobuses de Tránsito Rápido (Bus Rapid Transit o BRT) y lograr una integración del transporte público, se recomienda reorganizar las rutas de buses existentes de los cantones de San Ramón, San Mateo y Orotina, con el fin de conectar las zonas residenciales con las Terminales y las Estaciones Intermedias de Transbordo.
9. Se recomienda explorar otras tecnologías de transporte masivo de pasajeros por ejemplo el Tren Ligero (Light Rail Transit o LRT) y el Transporte Personal Rápido (Personal Rapid Transit o PRT).
10. Realizar un análisis económico costo-beneficio, con el fin de comparar la solución de estabilización de tierra con taludes con bermas, la construcción de túneles viales y la estabilización con muros tipo “Soil nail” entre la estación 21+420 y la estación 23+100 del corredor vial CIVO.
11. Se recomienda que este proyecto se financie a través de peajes y cobro de pasajes del sistema BRT por medio de una Alianza Público-Privada con un aporte de capital por parte del Estado, con el fin que la tarifa del BRT sea atractiva para el pasajero, y el proyecto sea sustentable económicamente y menos riesgoso para el Estado Costarricense.

CAPÍTULO 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña Leiva, R. A. (2016). *Guía de diseño y evaluación de ciclovías para Costa Rica*. San José, Costa Rica: LanammeUCR.
- Aparicio, F. (1989). *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. DF Mexico: LIMUSA.
- Aresep. (21 de Enero de 2021). *Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos*. Obtenido de <https://aresep.go.cr/autobus/tarifas>
- Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (1999). *Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo (ley N° 8488)*. San José: La Gaceta.
- Bolaños Leandro, G. (2021). *Licitación 2015LA-000037-0GCTT, Diseño y Construcción de las Obras de estabilización en las cercanías del Río Balsa, Ruta Nacional 739*.
- Cal, R., Reyes Spindola, M., & Cardenas Grisales, J. (2007). *Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones*. México: Alfaomega.
- CEPREDENAC. (2012). *Guía Actualizada de Evaluación Económica de la inclusión de la variable Riesgo de Desastre en la inversión Pública y su aplicación en proyectos de desarrollo en Panamá, Honduras y Nicaragua*.
- CETM. (11 de Setiembre de 1997). *Transporte intermodal: intermodalidad del transporte de mercancías*. Obtenido de Euro-Lex: http://europa.eu/legislation_summaries/other/l24179_es.htm
- Chocontá Rojas, P. A. (2008). *Diseño Geométrico de Vías*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.

Comisión Nacional de Emergencias. (20 de octubre de 2019). *Comisión Nacional de Emergencias*.

Obtenido de https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/mapas_amenzas/index.aspx

Comisión Nacional de Emergencias. (24 de Noviembre de 2019). *Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención a Emergencias Costa Rica*. Obtenido de

https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/mapas_amenzas/alajuela.aspx

Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias. (2015). *Política Nacional de Gestión del Riesgo 2016-2030*. San José.

Consejo Nacional de Planificación Urbana. (2018). *Política nacional de desarrollo Urbano 2018-2030*. San José.

Diario Extra. (13 de Marzo de 2017). Centroamérica pierde \$1.000 mills. por año en infraestructura. *Diario Extra*.

Dirección General de Migración y Extranjería. (2019). *Movimiento Migratorio según puesto Migratorio, País de Origen y Tipo de Movimiento*.

Instituto Costarricense de Electricidad. (07 de Diciembre de 2020). Correo electrónico del 7 de diciembre del 2020, Ing Camilo Vargas Corrales. San José, San José, Costa Rica.

Instituto Costarricense de Turismo. (2 de 12 de 2019). *Pisos de Demanda Internacional*. Obtenido de www.ict.go.cr

Instituto Meteorológico Nacional. (2019). *Oficio IMN-DIM-CM-162-0819*. San José.

Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2011). *Indicadores de tenencia de dispositivos de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), según provincia, cantón y distrito*.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2011). *Censo 2011. Población de 5 años y mas por nivel de Instrucción, según provincia, canton y sexo*. San José: INEC. Obtenido de <https://www.inec.cr/educacion>

Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo. (1983). Reglamento para el control nacional de fraccionamientos y Urbanizaciones.

Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo. (2011). *Ciclo Ciudades* . Obtenido de <http://ciclociudades.mx/manual-ciclociudades/>

Instituto Tecnológico de Costa Rica. (2008). *Atlas Digital de Costa Rica 2008*. Cartago. Obtenido de Instituto Tecnológico de Costa Rica.

La Nación. (7 de Octubre de 2017). MOPT: Daños de Tormenta Nate en vías son de proporciones titánicas. *La Nación*.

Marqués, R., Calvo Salazar, M., Hernández Herrador, V., Herrera Sánchez, J., & Lopez Peña, M. (2015). Metodología para evaluación, análisis y desarrollo de la Intermodalidad Bicicleta-Transporte Público en aglomeraciones Urbanas: Aplicación al Area Metropolitana de Sevilla. Sevilla, España. Obtenido de Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía : www.aopandalucia.es/inetfiles/resultados_IDI/GGI3001IDID/memoria/Manual_metodologico_version_final.pdf

MIDEPLAN. (2012). *Guía Metodológica para la identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Infraestructura Vial en Costa Rica*. San José.

MIDEPLAN. (2014). *Metodología de análisis de amenazas naturales para proyectos de inversión pública en etapa de perfil*. San José.

Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones . (2011). *Estudio de las Cuencas Hidrográficas de Costa Rica*. San José.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2011). *Plan Nacional de Transporte de Costa Rica 2011-2035*. San José: MOPT.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú. (2016). *Manual de Carreteras Túneles, Muros y Obras Complementarias*. Lima.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2008). *Manual de carreteras, Hidrología, Hidráulica y Drenaje*.

Mott MacDonald. (2017). *NAIMCR Estudio de Emplazamiento y Plan Maestro*. San José.

Mott MacDonald. (2017). *NAIMCR Estudio de Emplazamiento y Plan Maestro*. San José.

Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea. (30 de Abril de 2004). Directiva 2004/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 29 de abril del 2004 sobre requisitos mínimos de seguridad para túneles de la red transeuropea de carreteras. *Diario Oficial de la Unión Europea*, pág. 56.

Ponce, V. M., & Hawkins, R. H. (1996). Runoff curve number: Has it reached maturity? . *Journal of Hydrologic Engineering* , ASCE, 11-19.

Red Sismológica Nacional. (24 de Enero de 2019). ¿Costa Rica está a salvo de los Tsunamis? San José, San José, Costa Rica.

Red Sismológica Nacional. (22 de octubre de 2019). *Red Sismológica Nacional*. Obtenido de <https://rsn.ucr.ac.cr/>

- Rojas Morales, N. (2011). *Curvas de Intensidad Duración Frecuencia de algunas estaciones meteorológicas automáticas*. San José: Instituto Meteorológico Nacional.
- Rosales Posas, R. (2008). *Formulación y Evaluación de Proyectos*. San José: Instituto Centroamericano de Administración Pública.
- Salas Alfaro, K. (2018). *Proyecto final de graduación: Diseño geométrico vial y secciones de drenaje para el mejoramiento del tramo de carretera de la Ruta Nacional N.o 707, comprendido entre San Pablo de Turrubares y la Ruta Nacional N.o 27*. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Sanz Alduán, A. (2016). *Manual de Movilidad peatonal Caminar en la Ciudad*. Madrid: Garceta.
- SIECA. (2001). *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito*. Ciudad de Guatemala: Secretaría de Integración Económica Centroamericana.
- SIECA. (2011). *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras con enfoque de gestión de Riesgo y Seguridad Vial*.
- SIECA. (2016). *Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas para la Infraestructura Vial en Centroamérica*. San Salvador.
- Sistema Nacional de Información Territorial. (17 de octubre de 2019). *Sistema Nacional de Información Territorial*. Obtenido de http://www.sniter.go.cr/servicios_ogc_lista_capas?k=bm9kbzo6NDU=&nombre=CNE
- Transit Cooperative Research Program. (2013). *Transit Capacity and Quality of Service Manual*.
- Transportation Research Board. (2000). *Highway Capacity Manual*.
- Umaña Quiros, B. (2019). Curso Diseño hidráulico de carreteras y obras viales. San José.

- US Army Corps of Engineers. (2000). *Technical Reference Manual*. California.
- Villon B, M. (2007). *Hidraulica de Canales*. Cartago: Tecnológica de Costa Rica.
- Villón Bejar, M. (2004). *Hidrología*. Cartago: Tecnológica de Costa Rica.
- Villón Bejar, M. (2014). *HEC-HMS Ejemplos*. Cartago: Tecnológica de Costa Rica.
- Wright, L., & Hook, W. (2010). *Guía de Planificación de Sistemas BRT*. New York: Institute for Transportation & Development Policy.
- Yang H, & Huang. (2004). *Pavement Analysis and Design*. Kentucky: Pearson.

CAPÍTULO 7. ANEXOS

Anexo 1: Número de Curva de escorrentía.

Tabla 4-10 Números de curva de escorrentía para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana y condiciones antecedentes de humedad AMC II. $I_e=0.2$ S. (Chow, Maidment, & Mays, 1994)

DESCRIPCIÓN DEL USO DE LA TIERRA		GRUPO HIDROLÓGICO DEL SUELO			
		A	B	C	D
Tierra cultivada ¹ :	Sin tratamientos de conservación	72	81	88	91
	Con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales:	Condiciones pobres	68	79	86	89
	Condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos:	Condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques:	Troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas, cubierta buena ²	45	66	77	83
		25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.					
Óptimas condiciones:	Cubierta de pasto en el 75% o más	39	61	74	80
Condiciones aceptables:	Cubierta de pasto en el 50 al 75%	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)		89	92	94	95
Distritos industriales (72% impermeables)		81	88	91	93
Residencial ³ :					
Tamaño promedio del lote	Porcentaje promedio impermeable ⁴				
1/8 acre o menos	65	77	85	90	92
1/4 acre	38	61	75	83	87
1/3 acre	30	57	72	81	86
1/2 acre	25	54	70	80	85
1 acre	20	51	68	79	84
Parqueos pavimentados, techos, accesos, etc. ⁵		98	98	98	98
Calles y carreteras:					
	Pavimentados con cunetas y alcantarillas ⁵	98	98	98	98
	Grava	76	85	89	91
	Tierra	72	82	87	89

1. Para una descripción más detallada de los números de curva para usos agrícolas de la tierra, remitirse al Soil Conservation Service, 1972, Cap. 9.
2. Una buena cubierta está protegida del pastizaje, y los desechos del retiro de la cubierta del suelo.
3. Los números de curva se calculan suponiendo que la escorrentía desde las casas y de los accesos se dirige hacia la calle, con un mínimo del agua del techo dirigida hacia el césped donde puede ocurrir infiltración adicional.
4. Las áreas permeables restantes (césped) se consideran como pastizales en buena condición para estos números de curva.
5. En algunos países con climas más cálidos se puede utilizar 95 como número de curva.

Esta tabla aplica para condiciones antecedentes de humedad AMC⁷ (siglas en inglés) normales (AMC II). Para condiciones secas (AMC I) o condiciones húmedas (AMC III), los números de curva equivalente pueden calcularse por:

Fuente: (SIECA, 2016)

Anexo 2: Coeficientes de Manning

Tabla 5-5 Coeficientes n de Manning. Adaptado de (Chow, 2004)

TIPO DE CANAL Y DESCRIPCIÓN	MINIMO	NORMAL	MÁXIMO
Conductos cerrados que fluyen parcialmente llenos			
Metal			
Acero			
Estriado soldado	0.010	0.012	0.014
Ribeteado y en espiral	0.013	0.016	0.017
Hierro fundido			
Recubierto	0.010	0.013	0.014
No recubierto	0.011	0.014	0.016
Hierro forjado			
Negro	0.012	0.014	0.015
Galvanizado	0.013	0.016	0.017
Metal corrugado			
Subdrenaje	0.017	0.019	0.021
Drenaje de aguas lluvias	0.021	0.024	0.030
No metal			
Cemento			
Superficie pulida	0.010	0.011	0.013
Mortero	0.011	0.013	0.015
Concreto			
Alcantarilla recta y libre de basuras	0.010	0.011	0.013
Alcantarilla con curvas, conexiones y algo de basuras	0.011	0.013	0.014
Bien terminado	0.011	0.012	0.014
Alcantarillas de aguas residuales	0.013	0.015	0.017
Otros valores de coeficiente de Manning pueden consultarse en Hidráulica de Canales Abiertos (Chow, 2004) u otra referencia.			

Fuente: (SIECA, 2016)

Anexo 3: Coeficientes de Manning

Continuación del Cuadro 2.2

Superficie	Condiciones de las paredes			
	Perfectas	Buenas	Medianamente buenas	Malas
Acueductos semicirculares metálicos, lisos	0,011	0,012	0,013	0,015
Acueductos semicirculares metálicos corrugados	0,0225	0,025	0,0275	0,030
Canales y zanjas				
En tierra, alineados y uniformes	0,017	0,020	0,0225	0,025*
En roca, lisos y uniformes	0,025	0,030	0,033*	0,035
En roca, con salientes y sinuosos	0,035	0,040	0,045	
Sinuosos y de escurrimiento lento	0,0225	0,025*	0,0275	0,030
Dragados en tierra	0,025	0,0275*	0,030	0,033
Con lecho pedregoso y bordos de tierra enhierbados	0,025	0,030	0,035*	0,040
Plantilla de tierra, taludes ásperos	0,028	0,030*	0,033*	0,035
Corrientes naturales				
(1) Limpios, bordos, rectos, llenos, sin hendiduras ni charcos profundos	0,025	0,0275	0,030	0,033
(2) Igual al (1) pero con algo de hierba y piedra	0,030	0,033	0,035	0,040
(3) Sinuoso, algunos charcos y escollos, limpio	0,033	0,035	0,040	0,045
(4) Igual al (3), de poco tirante, con pendiente y sección menos eficiente	0,040	0,045	0,050	0,055
(5) Igual al (3), algo de hierba y piedras	0,035	0,040	0,045	0,050
(6) Igual al (4), secciones pedregosas	0,045	0,050	0,055	0,060
(7) Ríos con tramos lentos, cauce enhierbado o con charcos profundos	0,050	0,060	0,070	0,080
(8) Playas muy enhierbadas	0,075	0,100	0,125	0,150

Fuente: (Villon B, 2007)

Anexo 4: Indicadores de tenencia de dispositivos de Tecnologías de Información y Comunicación, año 2011

Cuadro 38											
Costa Rica: Indicadores de tenencia de dispositivos de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), según provincia, cantón y distrito.											
Provincia, cantón y distrito	Total de viviendas individuales ocupadas	Promedio de ocupantes por vivienda	Porcentaje de viviendas individuales ocupadas								
			Con radio o equipo de sonido	Con línea telefónica fija	Con línea de teléfono celular	Con pantalla de tv	Con televisor convencional	Con televisión por cable o satélite	Con computadora de escritorio	Con computadora portátil	Con Internet
Costa Rica	1 211 964	3.5	78.5	57.8	87.2	20.6	89.8	45.9	32.8	27.1	33.5
San José	400 961	3.5	84.2	65.1	90.4	25.8	91.8	57.7	41.3	33.1	43.2
San José	81 903	3.5	84.5	65.3	91.2	27.7	92.1	62.1	43.1	33.8	46.2
Carmen	1 042	2.5	88.4	82.3	88.7	35.6	85.9	73.3	49.2	54.5	66.6
Merced	3 669	3.3	80.0	55.0	87.3	24.9	90.7	54.0	35.2	27.8	36.2
Hospital	5 174	3.6	82.5	58.0	88.8	22.7	92.1	55.1	33.4	24.0	34.0
Catedral	4 390	2.9	85.3	64.3	87.3	27.0	90.5	59.1	41.5	33.8	46.2
Zapote	5 913	3.1	88.4	74.5	91.6	33.5	92.9	74.9	51.8	44.7	59.2
San Francisco de Dos Ríos	6 281	3.2	89.0	78.6	93.8	40.1	92.2	78.3	57.1	53.9	68.0
Uruca	8 389	3.8	75.5	42.5	91.4	21.6	90.0	35.4	29.9	24.8	31.4
Mata Redonda	2 893	2.9	84.4	80.3	93.2	45.6	85.1	80.9	52.0	60.4	72.3
Pavas	18 814	3.8	83.6	66.7	92.2	27.6	91.4	63.9	44.0	32.0	45.7
Hatillo	13 949	3.6	87.0	69.0	90.6	23.4	94.7	61.7	43.8	27.7	41.9
San Sebastián	11 389	3.5	87.1	64.7	91.8	26.2	94.3	64.9	43.1	32.1	44.5
Escazú	16 565	3.4	87.5	77.1	92.4	41.6	87.5	70.9	49.7	49.6	62.3
Escazú	3 527	3.4	87.7	75.4	91.7	34.8	90.9	68.7	46.9	43.9	56.3
San Antonio	6 166	3.6	85.8	69.7	89.4	24.1	93.4	57.2	42.9	31.4	47.1
San Rafael	6 872	3.2	89.0	84.6	95.4	60.7	80.5	84.2	57.4	68.7	79.1
Desamparados	57 355	3.6	85.6	65.2	90.8	23.0	93.7	62.1	41.7	27.4	39.8
Desamparados	9 974	3.4	87.2	67.6	91.7	27.7	94.2	69.6	46.7	35.3	48.2
San Miguel	8 547	3.7	85.8	65.5	90.9	19.7	94.7	61.9	41.2	22.9	35.8
San Juan de Dios	5 204	3.7	84.1	58.0	91.1	18.7	94.8	60.2	36.4	20.7	32.2
San Rafael Arriba	4 122	3.5	86.9	65.4	93.0	25.7	93.2	65.0	46.1	30.3	45.4
San Antonio	2 996	3.2	88.0	75.2	92.4	37.9	90.2	81.6	50.7	46.5	59.1
Frailles	1 040	3.6	84.4	70.5	82.9	9.2	94.8	8.1	26.3	16.3	18.1
Patarrá	3 188	3.7	83.6	63.4	89.5	17.1	91.6	50.3	36.0	17.5	30.2
San Cristóbal	1 031	3.8	87.7	68.0	87.0	9.8	93.8	14.0	34.1	16.1	22.3
Rosario	884	3.5	85.0	60.3	82.7	9.6	94.3	6.9	26.9	14.3	16.2
Damas	3 611	3.6	87.2	69.9	93.7	27.1	93.4	72.0	49.3	31.8	48.8

Cuadro 38											
Costa Rica: Indicadores de tenencia de dispositivos de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), según provincia, cantón y distrito.											
Provincia, cantón y distrito	Total de viviendas individuales ocupadas	Promedio de ocupantes por vivienda	Porcentaje de viviendas individuales ocupadas								
			Con radio o equipo de sonido	Con línea telefónica fija	Con línea de teléfono celular	Con pantalla de tv	Con televisor convencional	Con televisión por cable o satélite	Con computadora de escritorio	Con computadora portátil	Con Internet
San Rafael Abajo	6 509	3.6	86.0	60.3	89.2	24.5	94.1	67.9	43.1	29.0	43.0
Gravilias	4 581	3.3	90.0	76.1	93.0	35.2	92.5	76.6	54.1	43.3	58.3
Los Guido	5 668	4.3	77.6	56.1	89.2	10.1	94.5	47.8	23.9	8.7	15.6
Puriscal	9 787	3.4	79.0	69.2	80.4	15.5	90.1	31.1	30.5	22.2	25.4
Santiago	3 442	3.3	81.0	74.3	86.5	22.5	90.9	54.0	39.8	31.6	39.1
Mercedes Sur	1 774	3.3	80.2	64.7	78.4	12.8	88.8	25.0	25.6	17.8	19.4
Barbacoas	1 062	3.5	81.6	75.1	81.9	16.1	92.1	15.0	29.2	18.9	18.2
Grifo Alto	347	3.4	82.7	69.2	61.1	7.2	91.4	6.3	24.5	18.7	19.9
San Rafael	550	3.1	78.9	71.1	77.8	12.0	90.5	15.5	29.1	16.4	18.9
Candelarita	384	3.7	71.4	69.5	63.0	6.8	89.6	9.1	19.8	9.9	10.2
Desamparaditos	198	3.4	76.8	77.3	83.8	16.7	89.4	21.7	32.3	26.8	21.7
San Antonio	1 121	3.5	78.4	63.6	85.5	14.8	91.5	32.5	31.9	20.2	25.3
Chires	909	3.3	69.0	55.7	68.9	3.7	84.8	3.6	11.9	10.7	7.4
Tarrazú	4 551	3.6	82.6	57.4	83.8	13.6	89.6	36.3	29.2	21.2	23.8
San Marcos	2 878	3.5	82.8	62.9	86.8	16.6	90.9	48.1	33.6	25.8	29.4
San Lorenzo	1 201	3.7	80.5	45.8	78.6	8.7	85.5	21.0	22.2	13.7	15.2
San Carlos	472	4.0	86.9	53.8	78.6	7.8	92.2	3.6	19.7	12.7	11.9
Aserri	16 120	3.6	84.1	62.1	87.8	17.0	93.7	44.9	34.2	20.1	28.4
Aserri	7 895	3.6	85.6	64.5	91.1	21.2	94.4	56.5	39.4	26.0	37.0
Tarbaca	393	3.7	85.8	65.1	83.7	15.3	93.6	18.1	32.3	13.2	22.6
Vuelta de Jorco	1 873	3.5	79.9	68.4	81.3	11.9	93.5	33.4	30.0	14.5	17.3
San Gabriel	1 698	3.6	81.0	62.7	81.9	11.0	93.5	15.5	28.6	14.0	17.4
Legua	399	3.8	80.7	32.8	76.4	6.8	83.2	5.5	13.3	7.5	5.5
Monterrey	143	3.5	72.0	44.8	72.0	2.1	89.5	18.9	14.0	5.6	4.2
Salitrillos	3 719	3.7	84.9	56.9	89.2	15.1	93.8	47.6	31.0	15.9	24.5
Mora	7 782	3.4	75.6	69.8	86.6	22.1	88.2	58.6	35.4	29.9	38.9
Colón	4 813	3.3	78.0	74.9	90.6	29.7	87.2	71.7	41.5	39.3	52.2
Guayabo	1 269	3.5	72.9	60.0	83.8	13.2	89.4	52.7	28.6	17.3	20.3
Tabarcia	1 368	3.4	69.8	61.9	79.9	7.4	90.0	31.1	24.9	13.9	15.6
Piedras Negras	115	3.3	69.6	62.6	60.0	4.3	90.4	5.2	17.4	4.3	10.4
Picagres	217	3.1	79.3	67.7	71.0	6.0	91.7	5.1	14.3	7.8	14.7
Goicoechea	32 520	3.5	86.4	68.2	92.2	25.1	93.8	61.0	45.2	33.1	47.8

Cuadro 38											
Costa Rica: Indicadores de tenencia de dispositivos de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), según provincia, cantón y distrito.											
Provincia, cantón y distrito	Total de viviendas individuales ocupadas	Promedio de ocupantes por vivienda	Porcentaje de viviendas individuales ocupadas								
			Con radio o equipo de sonido	Con línea telefónica fija	Con línea de teléfono celular	Con pantalla de tv	Con televisor convencional	Con televisión por cable o satélite	Con computadora de escritorio	Con computadora portátil	Con Internet
Guadalupe	6 448	3.2	88.2	73.9	90.5	29.7	93.1	70.4	48.4	41.7	55.5
San Francisco	631	3.2	89.5	61.8	86.1	21.4	91.9	56.1	39.5	27.4	41.7
Calle Blancos	5 516	3.4	86.9	68.4	92.8	29.0	92.6	68.6	47.2	40.0	54.3
Mata de Plátano	5 044	3.4	88.2	75.9	93.9	31.2	92.1	72.8	51.2	42.2	57.0
Ipís	7 150	3.6	87.6	69.9	92.0	22.8	95.3	65.0	46.9	29.5	46.9
Rancho Redondo	660	3.8	86.4	64.8	88.0	14.5	94.5	25.3	29.8	15.0	24.5
Purrál	7 071	3.9	81.4	56.4	93.2	17.2	95.1	37.8	36.8	19.2	32.8
Santa Ana	14 235	3.4	84.3	72.2	93.6	39.5	85.9	76.9	45.8	47.3	58.3
Santa Ana	3 525	3.2	85.2	76.1	94.1	44.4	82.3	82.8	48.5	54.4	66.7
Salitral	1 149	3.7	79.8	52.1	90.3	18.7	88.7	65.4	30.1	22.8	31.1
Pozos	4 357	3.6	85.4	76.5	95.8	47.6	85.2	81.4	50.7	55.0	66.7
Uruca	2 153	3.3	84.9	71.3	92.6	39.7	86.3	80.2	42.4	46.9	57.4
Piedades	2 348	3.4	83.7	69.9	91.8	30.7	89.3	64.5	43.9	39.5	49.7
Brasil	703	3.7	79.5	68.8	91.2	27.2	91.7	69.1	44.8	31.0	41.1
Alajuelita	19 832	3.9	83.1	57.8	91.3	19.1	94.5	51.9	35.3	20.5	29.9
Alajuelita	3 206	3.7	85.9	67.4	90.5	26.7	94.0	60.7	41.0	28.1	41.6
San Josecito	2 846	3.7	85.9	62.9	90.7	21.2	94.4	48.4	40.9	25.3	33.4
San Antonio	1 322	3.6	84.0	58.6	88.1	15.9	93.2	31.8	29.0	16.0	23.2
Concepción	4 882	3.8	82.1	53.6	91.2	16.2	95.2	56.9	34.5	18.0	30.3
San Felipe	7 576	4.2	81.3	54.3	92.6	17.5	94.5	49.8	32.3	18.0	24.6
Vázquez de Coronado	17 155	3.5	87.1	73.9	93.1	28.1	93.7	66.8	49.7	36.9	51.8
San Isidro	4 885	3.4	88.7	79.8	93.8	33.5	93.4	73.0	52.9	44.2	59.8
San Rafael	1 922	3.6	85.3	73.1	89.4	22.1	92.4	63.8	43.7	29.4	40.9
Dulce Nombre de Jesús	2 655	3.7	86.4	69.6	92.5	22.9	94.8	62.1	48.1	29.4	44.7
Patalillo	5 879	3.5	88.0	75.3	94.5	32.0	93.6	70.2	54.7	41.6	58.1
Cascajal	1 814	3.7	82.1	60.9	91.2	15.2	94.5	48.7	34.0	21.2	31.3
Acosta	5 871	3.4	74.9	63.1	78.4	10.4	88.1	37.8	28.0	14.2	14.9
San Ignacio	2 559	3.5	76.6	70.4	85.8	14.3	92.2	61.9	39.0	20.0	23.2
Guaitil	718	3.4	79.4	68.4	73.8	8.8	81.8	7.0	24.9	7.2	10.9
Palmichal	1 299	3.5	73.5	55.2	83.4	10.6	89.7	41.6	24.3	15.1	11.0
Cangrejal	573	3.3	74.5	64.0	59.2	3.3	89.4	5.1	15.2	4.5	4.4
Sabanillas	722	3.2	67.0	45.0	63.2	3.7	75.8	2.4	8.7	6.4	5.1

Cuadro 38											
Costa Rica: Indicadores de tenencia de dispositivos de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), según provincia, cantón y distrito.											
Provincia, cantón y distrito	Total de viviendas individuales ocupadas	Promedio de ocupantes por vivienda	Porcentaje de viviendas individuales ocupadas								
			Con radio o equipo de sonido	Con línea telefónica fija	Con línea de teléfono celular	Con pantalla de tv	Con televisor convencional	Con televisión por cable o satélite	Con computadora de escritorio	Con computadora portátil	Con Internet
Tibás	19 160	3.4	87.2	68.2	91.8	29.6	92.8	65.3	46.4	39.2	50.7
San Juan	7 006	3.1	88.3	74.9	91.0	32.3	92.8	73.6	50.6	47.0	59.1
Cinco Esquinas	1 612	3.7	86.6	51.5	90.2	18.6	95.1	57.6	36.1	22.2	36.5
Anselmo Llorente	3 106	3.2	89.3	80.2	93.7	38.8	92.1	78.1	55.7	52.8	67.1
León XIII	3 360	4.1	81.0	48.1	90.1	16.1	93.1	32.1	27.9	11.3	16.1
Colima	4 076	3.3	88.8	70.8	93.8	33.5	91.9	71.8	51.4	45.1	57.9
Moravia	16 874	3.4	88.8	73.2	93.7	34.4	92.8	71.4	53.0	44.3	58.4
San Vicente	9 660	3.2	89.8	79.3	93.9	41.2	91.9	78.3	57.5	53.9	68.1
San Jerónimo	1 733	3.6	85.2	59.5	90.5	17.9	94.7	46.2	38.1	23.7	30.3
La Trinidad	5 481	3.6	88.1	66.7	94.4	27.7	93.8	67.1	49.9	34.0	50.3
Montes de Oca	16 589	2.9	84.8	73.8	93.1	36.5	89.1	75.2	52.2	56.6	69.2
San Pedro	8 548	2.8	84.0	73.6	92.8	37.4	88.7	78.1	52.4	58.9	71.7
Sabanilla	3 516	3.1	88.6	81.9	93.5	40.3	90.2	78.0	57.8	59.5	73.5
Mercedes	1 775	2.6	76.1	64.7	93.6	34.0	85.1	69.1	49.6	65.5	75.2
San Rafael	2 750	3.5	88.1	70.1	93.1	30.7	91.4	66.8	46.0	40.2	52.1
Turrubares	1 679	3.3	72.5	52.0	82.8	6.3	86.4	16.2	14.7	12.3	12.2
San Pablo	424	3.2	78.1	55.0	86.8	6.6	93.6	21.9	21.7	17.5	19.3
San Pedro	208	3.1	73.6	53.4	88.9	13.0	85.1	35.6	20.2	12.0	14.4
San Juan de Mata	344	3.4	74.1	48.3	86.0	7.3	87.2	8.7	13.4	10.2	7.3
San Luis	162	3.2	71.6	42.0	84.6	0.6	87.7	6.8	11.1	6.8	6.2
Carara	541	3.3	66.9	54.5	74.7	4.6	80.4	11.8	8.9	11.3	10.7
Dota	1 952	3.5	84.0	65.8	84.9	14.1	87.9	51.5	33.5	23.3	26.3
Santa María	1 306	3.5	83.2	67.8	84.9	17.8	86.4	65.2	36.4	26.3	31.2
Jardín	147	3.6	81.6	59.2	88.4	8.8	91.8	16.3	27.9	12.9	17.0
Copey	499	3.6	87.0	62.7	83.8	6.2	90.8	26.1	27.3	18.4	16.0
Curridabat	19 146	3.4	86.8	70.8	93.6	37.9	90.2	71.6	50.2	47.3	59.4
Curridabat	9 198	3.1	87.9	76.4	93.9	41.5	90.3	75.9	54.3	54.1	67.2
Granadilla	4 131	3.6	87.9	74.1	94.3	36.1	90.6	71.4	52.7	45.6	60.8
Sánchez	1 595	3.4	92.8	93.5	98.4	72.5	83.2	92.8	72.9	81.8	92.5
Tirrases	4 222	3.8	80.9	46.8	90.5	18.8	92.4	54.2	30.2	21.0	28.3

Cuadro 38											
Costa Rica: Indicadores de tenencia de dispositivos de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), según provincia, cantón y distrito.											
Provincia, cantón y distrito	Total de viviendas individuales ocupadas	Promedio de ocupantes por vivienda	Porcentaje de viviendas individuales ocupadas								
			Con radio o equipo de sonido	Con línea telefónica fija	Con línea de teléfono celular	Con pantalla de tv	Con televisor convencional	Con televisión por cable o satélite	Con computadora de escritorio	Con computadora portátil	Con Internet
Pérez Zeledón	38 508	3.5	77.9	44.3	85.9	14.3	90.6	24.1	24.0	23.0	20.6
San Isidro de El General	13 493	3.4	78.0	54.2	88.4	19.8	90.5	38.1	29.9	31.3	29.6
El General	1 808	3.5	80.2	53.9	82.9	11.8	92.9	15.2	25.2	19.7	18.1
Daniel Flores	9 581	3.4	77.6	50.7	89.7	17.7	91.2	31.9	28.8	27.2	24.1
Rivas	1 829	3.6	84.5	42.1	75.6	8.1	91.4	15.5	21.0	16.3	12.1
San Pedro	2 521	3.6	72.5	19.0	86.0	5.3	88.9	3.7	11.1	10.4	8.4
Platanares	1 971	3.7	76.7	24.4	81.3	6.3	90.3	4.1	14.6	10.6	9.1
Pejibaye	2 222	3.6	76.0	20.4	81.6	5.3	88.3	3.0	11.9	8.9	6.9
Cajón	2 353	3.6	77.1	20.1	88.1	7.4	92.7	3.4	14.2	12.8	9.6
Barú	734	3.3	78.1	42.6	80.0	9.9	82.6	14.4	12.9	17.3	15.7
Río Nuevo	794	3.9	80.6	40.2	68.3	6.3	89.3	3.4	13.5	10.2	8.7
Páramo	1 202	3.7	81.4	52.5	73.7	8.1	91.0	5.1	20.3	16.1	11.0
León Cortés Castro	3 377	3.6	81.8	57.7	81.7	9.4	92.1	20.0	27.1	15.5	14.1
San Pablo	1 187	3.5	83.2	57.6	84.2	14.3	90.7	44.4	31.1	22.6	22.6
San Andrés	446	3.5	80.0	51.3	84.5	5.8	96.0	4.0	22.0	9.2	7.4
Llano Bonito	574	3.7	78.7	51.4	75.1	3.1	91.3	8.2	20.9	10.6	9.6
San Isidro	403	3.8	79.7	60.8	78.9	7.4	91.6	7.9	24.8	12.2	10.2
Santa Cruz	464	3.6	84.3	62.7	83.4	8.6	93.8	4.7	28.2	14.7	10.6
San Antonio	303	3.7	83.2	67.3	81.5	10.9	91.4	9.9	32.0	12.2	9.9
Alajuela	236 927	3.6	76.3	55.7	86.9	18.1	89.8	39.5	30.2	24.2	28.9
Alajuela	72 031	3.5	81.2	62.6	90.4	23.8	91.9	49.4	37.0	28.6	37.1
Alajuela	13 252	3.2	83.6	69.5	89.7	29.5	91.4	62.8	42.8	36.6	46.3
San José	12 131	3.4	82.2	65.2	92.4	27.2	91.9	56.4	41.2	33.3	43.4
Carrizal	1 832	3.7	84.0	61.5	90.7	16.1	93.4	37.0	32.9	19.7	25.8
San Antonio	7 165	3.5	80.8	59.4	90.2	22.6	92.8	48.6	35.5	25.3	35.7
Guácima	5 508	3.7	78.1	57.1	89.9	19.4	92.6	43.0	31.4	22.0	30.1
San Isidro	4 785	3.6	81.3	61.3	87.0	18.9	91.6	33.3	31.5	23.8	25.5
Sabanilla	2 361	3.8	76.1	58.5	87.7	13.3	93.0	15.1	26.0	14.6	18.1
San Rafael	6 519	3.7	79.8	57.3	91.7	25.7	89.4	54.5	36.6	30.1	40.4
Río Segundo	3 133	3.4	80.9	58.8	88.9	22.2	92.8	49.4	34.9	26.1	33.8
Desamparados	7 315	3.6	82.9	65.3	92.6	26.0	93.0	56.0	40.6	30.2	41.6
Turrúcares	2 087	3.6	76.2	62.1	88.9	18.2	92.8	35.7	28.7	22.5	26.4
Tambor	3 010	3.7	80.8	56.4	90.5	16.6	93.5	31.3	32.4	20.1	25.1

Cuadro 38											
Costa Rica: Indicadores de tenencia de dispositivos de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), según provincia, cantón y distrito.											
Provincia, cantón y distrito	Total de viviendas individuales ocupadas	Promedio de ocupantes por vivienda	Porcentaje de viviendas individuales ocupadas								
			Con radio o equipo de sonido	Con línea telefónica fija	Con línea de teléfono celular	Con pantalla de tv	Con televisor convencional	Con televisión por cable o satélite	Con computadora de escritorio	Con computadora portátil	Con Internet
Garita	2 080	3.4	82.5	65.3	90.0	25.3	90.6	44.5	36.6	31.2	39.0
Sarapiquí	853	3.3	64.6	50.8	81.9	8.6	86.9	18.2	21.3	15.0	15.5
San Ramón	23 301	3.4	78.6	56.6	87.3	16.6	90.4	41.2	33.1	24.4	31.1
San Ramón	2 928	3.0	80.8	66.8	88.4	27.1	91.4	73.1	44.0	39.6	51.5
Santiago	1 219	3.7	81.6	52.5	81.8	15.1	88.8	29.9	30.4	23.1	27.7
San Juan	3 427	3.4	81.4	55.9	90.5	20.8	91.2	49.9	36.9	26.9	37.1
Piedades Norte	2 352	3.5	80.4	58.3	87.9	16.3	92.4	32.5	34.6	23.2	30.2
Piedades Sur	1 078	3.5	76.9	58.2	81.3	8.3	90.0	7.5	27.1	14.7	14.3
San Rafael	2 696	3.4	82.3	60.7	87.6	18.3	92.9	49.3	38.1	29.0	38.6
San Isidro	1 255	3.6	80.6	59.6	90.4	15.8	89.6	49.3	35.5	23.6	30.5
Ángeles	2 361	3.6	74.7	49.7	84.8	10.6	88.7	32.1	24.8	15.5	19.4
Alfaro	2 078	3.3	79.4	58.9	90.7	20.6	90.6	44.5	39.7	31.7	38.8
Volio	623	3.6	73.5	58.1	90.2	11.7	93.1	35.2	27.6	16.9	20.5
Concepción	654	3.6	76.9	51.4	85.0	11.3	93.7	4.0	29.4	10.6	11.5
Zapotal	124	3.2	82.3	35.5	75.0	4.0	83.9	11.3	6.5	4.0	3.2
Peñas Blancas	2 506	3.7	69.5	46.2	84.2	7.5	85.0	25.9	16.8	13.0	14.5
Grecia	21 709	3.5	81.5	62.4	88.0	21.0	91.4	40.3	34.4	26.7	29.9
Grecia	4 627	3.2	86.4	70.8	88.4	30.2	91.6	69.6	43.0	36.6	46.3
San Isidro	1 678	3.5	84.0	65.3	89.6	21.5	93.9	46.7	38.7	30.3	33.1
San José	2 252	3.6	85.0	62.9	88.5	20.9	92.3	34.4	36.5	26.3	26.3
San Roque	3 182	3.5	83.9	67.4	89.1	22.2	92.3	44.6	38.5	30.9	33.8
Tacares	2 127	3.7	82.0	66.1	87.8	19.7	92.1	37.0	32.3	21.4	23.1
Río Cuarto	2 850	3.9	61.1	36.6	85.1	8.8	85.5	7.0	15.4	12.8	12.4
Puente de Piedra	2 906	3.6	84.7	64.5	89.0	20.5	92.8	36.8	33.2	24.1	27.7
Bolívar	2 087	3.5	83.9	61.2	86.9	17.4	92.4	23.5	33.4	23.5	23.1
San Mateo	1 834	3.3	73.5	53.5	83.0	13.9	90.9	26.2	18.9	17.0	17.1
San Mateo	836	3.2	70.8	56.7	84.0	15.3	90.3	36.7	22.2	21.8	23.9
Desmonte	286	3.7	80.4	57.0	83.2	13.3	92.0	12.9	19.2	13.6	15.0
Jesús María	712	3.4	73.9	48.3	81.7	12.5	91.3	19.1	14.9	12.8	10.0
Atenas	7 472	3.4	80.8	68.7	87.4	22.4	90.7	31.4	34.4	30.8	34.6
Atenas	2 210	3.4	84.8	79.7	89.3	30.3	90.6	51.8	44.7	42.0	52.1
Jesús	1 079	3.4	80.4	70.8	87.1	21.4	91.4	31.8	34.0	30.8	37.0
Mercedes	934	3.3	79.6	64.1	87.5	20.4	91.0	32.0	32.8	26.9	28.2

Cuadro 38											
Costa Rica: Indicadores de tenencia de dispositivos de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), según provincia, cantón y distrito.											
Provincia, cantón y distrito	Total de viviendas individuales ocupadas	Promedio de ocupantes por vivienda	Porcentaje de viviendas individuales ocupadas								
			Con radio o equipo de sonido	Con línea telefónica fija	Con línea de teléfono celular	Con pantalla de tv	Con televisor convencional	Con televisión por cable o satélite	Con computadora de escritorio	Con computadora portátil	Con Internet
San Isidro	771	3.6	76.0	61.3	83.5	14.9	87.3	6.9	23.6	14.4	13.0
Concepción	1 023	3.4	81.5	68.3	89.8	22.7	90.7	22.5	33.3	31.6	35.0
San José	576	3.4	77.3	55.2	84.0	13.9	92.9	17.7	27.3	21.5	18.2
Santa Eulalia	617	3.4	79.6	59.2	85.9	19.9	91.1	26.1	29.7	27.9	24.1
Escobal	262	3.2	76.0	58.8	86.3	11.5	93.1	6.1	19.5	22.5	22.1
Naranjo	11 678	3.6	79.7	60.8	87.2	15.7	92.9	32.6	31.5	22.2	26.2
Naranjo	4 449	3.6	79.7	64.2	88.3	21.0	92.4	45.0	35.2	27.0	32.9
San Miguel	1 224	3.8	82.0	51.2	89.9	13.2	92.4	20.1	27.0	19.3	20.8
San José	904	3.5	84.4	65.8	82.0	12.2	93.3	38.2	30.5	16.8	20.7
Cirrí Sur	1 283	3.5	78.0	56.9	86.1	9.4	92.7	23.2	25.7	18.1	20.6
San Jerónimo	856	3.8	79.8	58.6	84.9	9.1	91.9	27.0	26.4	15.1	19.7
San Juan	839	3.7	75.8	65.6	86.7	15.9	94.4	20.5	34.6	24.8	27.1
El Rosario	950	4.0	77.3	52.1	89.4	12.5	94.2	6.6	25.3	15.3	15.9
Palmitos	1 173	3.6	80.6	63.8	85.7	15.0	93.8	38.7	35.5	24.6	29.1
Palmares	9 657	3.6	81.1	64.1	88.0	19.9	93.5	38.7	39.6	27.2	34.5
Palmares	1 107	3.3	80.0	67.5	84.7	25.0	93.3	59.1	41.0	33.4	41.5
Zaragoza	2 269	3.6	81.0	69.6	86.4	19.5	94.0	36.1	41.4	27.8	34.1
Buenos Aires	2 143	3.5	84.0	69.1	90.2	27.0	92.2	49.7	44.2	34.4	43.2
Santiago	729	3.7	77.9	58.6	86.6	11.8	95.7	7.7	32.4	19.2	20.3
Candelaria	545	3.6	83.9	49.5	88.3	8.3	93.8	8.6	29.2	13.2	14.9
Esquipulas	1 741	3.8	78.1	53.0	89.2	13.4	94.1	34.4	32.3	19.4	25.6
La Granja	1 123	3.6	81.7	67.7	89.3	23.2	93.1	44.0	46.7	30.6	44.3
Poás	7 906	3.7	80.0	61.2	88.1	16.6	93.0	35.3	32.6	22.1	25.3
San Pedro	2 144	3.5	81.1	68.3	86.6	21.3	92.4	48.6	36.5	26.4	33.7
San Juan	1 243	3.7	79.6	62.1	89.6	17.7	92.8	28.0	31.4	24.7	27.0
San Rafael	1 462	3.7	78.2	56.4	86.4	16.0	91.5	23.6	29.8	22.2	18.3
Carrillos	2 428	3.8	81.9	59.2	91.5	14.4	94.9	41.8	34.9	19.9	25.0
Sabana Redonda	629	3.7	73.6	53.4	81.2	8.1	92.2	6.0	20.2	10.2	10.3
Orotina	6 024	3.4	75.5	51.4	87.8	16.0	91.7	31.1	22.0	22.1	23.6
Orotina	2 926	3.3	78.5	57.1	88.4	20.4	92.2	44.6	27.3	28.9	32.2
El Mastate	527	3.5	77.8	52.4	86.1	17.8	90.9	27.5	25.4	21.4	20.9
Hacienda Vieja	309	3.3	75.7	64.7	82.8	17.8	94.2	33.0	23.0	23.0	27.8
Coyolar	1 698	3.5	70.6	40.7	87.7	10.5	90.6	15.3	14.5	13.9	13.4

Cuadro 38											
Costa Rica: Indicadores de tenencia de dispositivos de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), según provincia, cantón y distrito.											
Provincia, cantón y distrito	Total de viviendas individuales ocupadas	Promedio de ocupantes por vivienda	Porcentaje de viviendas individuales ocupadas								
			Con radio o equipo de sonido	Con línea telefónica fija	Con línea de teléfono celular	Con pantalla de tv	Con televisor convencional	Con televisión por cable o satélite	Con computadora de escritorio	Con computadora portátil	Con Internet
La Ceiba	564	3.4	72.7	45.9	89.0	7.3	91.5	10.6	13.1	11.3	9.9
San Carlos	44 966	3.6	68.1	46.1	86.1	14.3	87.0	40.5	23.4	22.1	24.6
Quesada	12 275	3.4	74.8	56.8	90.7	21.9	88.4	70.8	34.9	32.7	41.1
Florencia	4 299	3.5	71.6	52.7	85.3	13.1	86.6	29.3	22.2	21.9	23.3
Buenavista	92	3.5	69.6	53.3	91.3	13.0	90.2	9.8	19.6	14.1	20.7
Aguas Zarcas	5 446	3.7	63.1	44.1	86.9	12.9	89.5	42.0	22.6	18.3	20.6
Venecia	2 607	3.7	66.0	51.6	88.9	13.3	88.2	29.5	25.5	19.4	22.0
Pital	4 530	3.8	63.3	40.0	81.8	10.9	84.4	24.0	17.6	14.3	15.1
La Fortuna	4 371	3.5	65.6	40.3	90.6	13.8	87.0	59.8	20.8	27.2	26.9
La Tigra	1 743	3.6	69.8	50.5	84.2	8.0	87.8	28.1	15.1	14.2	13.4
La Palmera	1 573	3.7	70.3	54.1	87.1	14.1	89.1	32.2	25.8	20.9	22.9
Venado	516	3.4	63.8	35.9	83.1	5.2	81.2	9.1	13.6	15.9	13.2
Cutris	2 644	3.9	61.3	26.3	72.3	8.1	82.0	4.5	11.0	13.2	9.1
Monterrey	935	3.7	70.7	42.2	87.0	9.0	87.0	12.2	18.1	16.4	18.1
Pocosol	3 935	3.9	62.7	28.6	78.8	8.8	84.3	5.7	12.2	12.4	9.4
Zarcero	3 333	3.6	80.8	61.4	87.5	15.4	94.7	58.4	33.6	23.0	27.1
Zarcero	1 168	3.4	82.3	70.0	88.4	20.7	94.1	75.8	39.3	29.4	37.3
Laguna	463	3.6	82.9	55.5	89.8	16.0	95.2	62.0	35.4	24.0	28.7
Tapesco	340	3.8	82.4	65.9	89.7	10.3	94.7	62.4	37.1	20.6	28.2
Guadalupe	295	3.9	78.3	59.3	86.4	7.1	96.3	24.4	21.0	17.6	17.3
Palmira	351	3.8	77.2	57.5	82.3	13.4	93.4	50.4	23.6	14.2	14.0
Zapote	193	3.8	78.8	66.3	81.3	15.0	91.2	38.9	29.5	21.2	23.8
Brisas	523	3.8	79.3	46.7	88.3	12.4	96.6	45.5	32.1	19.3	17.6
Valverde Vega	5 054	3.6	81.1	65.4	84.8	14.9	92.4	25.3	30.1	21.5	26.2
Sarchí Norte	2 046	3.5	82.2	69.0	84.7	16.6	91.3	30.5	30.8	24.7	29.9
Sarchí Sur	1 423	3.6	80.7	63.6	86.2	15.5	93.4	33.7	30.5	19.7	24.7
Toro Amarillo	88	3.1	64.8	43.2	78.4	8.0	84.1	34.1	9.1	12.5	9.1
San Pedro	907	3.7	84.2	64.5	82.9	11.0	93.6	6.6	29.5	17.6	21.5
Rodríguez	590	3.6	75.8	61.5	85.4	14.7	92.7	14.2	30.8	21.7	26.8
Upala	11 518	3.8	60.3	33.9	72.6	6.7	79.5	16.5	10.1	11.9	9.0
Upala	4 376	3.7	64.3	43.8	78.4	8.9	85.0	20.8	14.3	17.3	13.9
Aguas Claras	1 398	3.5	50.0	36.8	72.7	6.9	77.7	19.9	9.4	10.7	7.9
San José o Pizote	1 794	4.1	60.0	21.3	69.2	3.3	70.8	4.5	6.2	6.9	4.3

Cuadro 38											
Costa Rica: Indicadores de tenencia de dispositivos de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), según provincia, cantón y distrito.											
Provincia, cantón y distrito	Total de viviendas individuales ocupadas	Promedio de ocupantes por vivienda	Porcentaje de viviendas individuales ocupadas								
			Con radio o equipo de sonido	Con línea telefónica fija	Con línea de teléfono celular	Con pantalla de tv	Con televisor convencional	Con televisión por cable o satélite	Con computadora de escritorio	Con computadora portátil	Con Internet
Bijagua	1 345	3.3	56.3	48.6	78.2	9.0	81.9	38.4	12.8	14.6	12.6
Delicias	1 031	4.3	65.1	19.0	71.7	2.7	77.6	2.6	4.4	5.2	2.6
Dos Ríos	783	4.1	53.9	6.0	43.7	5.0	70.5	8.8	3.4	5.1	0.8
Yolillal	791	4.2	63.7	24.3	67.9	5.2	79.4	3.0	6.2	6.8	4.7
Los Chiles	6 035	3.9	64.6	24.0	75.1	6.0	78.0	11.9	10.6	11.0	9.7
Los Chiles	3 267	4.1	66.0	21.3	74.5	6.9	76.9	19.9	12.2	13.6	12.7
Caño Negro	504	3.6	61.5	21.8	79.8	3.0	75.4	2.8	6.3	6.2	5.4
El Amparo	1 550	3.9	62.1	32.0	73.5	6.3	78.8	3.0	9.9	8.2	7.0
San Jorge	714	3.7	65.4	20.2	77.9	3.5	83.3	1.7	8.0	8.7	4.8
Guatuso	4 409	3.5	58.1	28.9	82.4	9.2	79.8	14.2	11.2	11.1	9.9
San Rafael	2 198	3.6	56.5	32.0	85.3	9.2	79.1	23.2	11.6	13.9	11.9
Buenavista	448	3.5	61.4	14.7	82.4	10.3	77.7	2.9	7.1	7.1	4.5
Cote	276	3.1	61.2	11.6	87.0	4.0	81.9	14.5	9.1	9.8	7.6
Katira	1 487	3.4	58.8	31.7	77.2	9.9	81.1	4.1	12.0	8.5	8.9
Cartago	130 464	3.7	86.2	62.1	89.7	21.1	93.6	41.3	37.8	27.1	34.8
Cartago	38 618	3.8	87.7	66.0	91.0	23.2	94.4	41.7	42.0	29.8	38.8
Oriental	3 642	3.3	87.9	77.3	89.7	31.5	93.5	62.4	50.4	48.9	59.6
Occidental	2 839	3.4	91.4	79.6	90.8	36.1	93.2	65.5	55.7	46.2	61.1
Carmen	4 630	3.8	88.4	62.8	91.1	24.5	94.3	46.4	43.1	30.5	42.8
San Nicolás	6 649	3.9	85.6	59.2	91.3	20.2	94.6	32.9	38.0	23.3	32.0
Aguacaliente o San Francisco	7 828	4.0	88.4	66.6	94.1	23.1	95.1	42.8	43.8	28.2	37.6
Guadalupe o Arenilla	3 870	3.8	88.1	63.2	92.5	27.3	94.1	46.0	43.7	34.1	41.3
Corralillo	2 855	3.7	85.9	70.5	82.5	10.1	95.5	12.6	32.3	15.8	19.8
Tierra Blanca	1 068	4.8	91.3	64.8	90.7	10.9	96.5	48.8	29.8	13.2	18.5
Dulce Nombre	2 880	3.6	86.7	67.0	93.0	25.6	93.4	43.4	45.2	35.1	44.0
Llano Grande	998	4.4	87.9	61.1	89.5	13.7	93.6	16.4	24.2	12.4	17.4
Quebradilla	1 359	3.9	84.4	49.5	85.0	12.0	93.8	14.6	27.9	14.3	16.1
Paraíso	14 626	3.9	87.2	64.5	90.5	16.7	95.6	28.0	36.1	21.9	30.1
Paraíso	5 478	3.7	89.5	68.8	91.3	22.6	95.6	41.7	43.5	30.4	41.9
Santiago	1 413	3.9	84.9	54.3	86.5	9.8	94.6	9.6	22.7	11.7	16.0
Orosí	2 348	3.9	84.9	60.6	87.9	12.1	94.9	25.1	29.3	18.7	23.1

Cuadro 38											
Costa Rica: Indicadores de tenencia de dispositivos de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), según provincia, cantón y distrito.											
Provincia, cantón y distrito	Total de viviendas individuales ocupadas	Promedio de ocupantes por vivienda	Porcentaje de viviendas individuales ocupadas								
			Con radio o equipo de sonido	Con línea telefónica fija	Con línea de teléfono celular	Con pantalla de tv	Con televisor convencional	Con televisión por cable o satélite	Con computadora de escritorio	Con computadora portátil	Con Internet
Cachí	1 389	3.9	89.2	64.4	87.1	8.5	95.3	15.8	31.8	15.8	21.0
Llanos de Santa Lucía	3 998	4.3	85.4	64.8	93.6	16.6	96.5	21.8	36.3	17.8	26.1
La Unión	26 979	3.7	86.2	65.8	93.1	28.5	92.2	62.5	43.8	34.9	46.8
Tres Ríos	2 627	3.5	91.1	77.6	92.0	32.5	94.3	71.3	52.2	42.3	57.6
San Diego	5 764	3.7	84.9	60.6	93.4	24.9	92.6	58.9	43.7	29.5	43.2
San Juan	4 233	3.2	88.6	82.2	96.3	50.8	86.5	80.0	58.0	63.5	75.1
San Rafael	3 754	3.8	88.1	67.1	93.8	28.8	93.0	57.7	46.0	34.9	46.9
Concepción	4 453	3.7	86.8	64.4	92.8	24.8	92.5	58.5	39.0	31.5	42.5
Dulce Nombre	1 917	4.1	83.0	62.1	90.9	15.9	94.5	57.6	35.1	17.5	29.6
San Ramón	1 115	3.5	88.7	73.4	94.3	32.8	93.1	70.1	51.4	42.0	57.3
Río Azul	3 116	3.9	78.9	43.5	89.6	12.6	94.0	49.6	24.9	12.6	18.5
Jiménez	4 113	3.6	81.6	50.4	81.1	9.6	94.0	31.2	25.9	12.9	15.1
Juan Viñas	1 804	3.6	87.7	57.6	84.9	12.6	94.5	35.0	29.1	16.5	22.9
Tucurrique	1 379	3.5	75.1	44.8	75.7	6.5	92.2	21.3	23.2	8.9	9.6
Pejibaye	930	3.5	79.5	44.7	81.9	8.3	95.8	38.5	23.8	11.9	8.4
Turrialba	20 453	3.4	81.5	53.8	82.0	14.2	90.8	29.6	26.8	21.4	24.4
Turrialba	8 196	3.2	85.9	62.2	87.1	22.3	92.4	50.9	36.0	32.4	38.4
La Suiza	2 232	3.4	81.3	55.8	83.1	10.4	94.3	25.6	24.6	18.4	20.7
Peralta	154	3.3	68.8	40.9	76.6	5.8	92.9	3.2	9.1	2.6	3.2
Santa Cruz	951	3.4	80.7	56.7	82.4	10.3	93.4	15.0	24.1	13.5	14.2
Santa Teresita	1 453	3.3	78.3	38.2	82.9	5.8	93.7	5.8	15.1	8.4	9.7
Pavones	1 256	3.4	78.3	52.0	82.5	7.8	93.2	6.3	19.3	13.0	14.3
Tuis	867	3.3	79.5	58.0	73.7	7.8	94.5	6.8	21.1	13.0	11.5
Tayutic	689	3.4	76.5	55.3	70.0	7.3	89.0	5.4	17.1	12.8	10.4
Santa Rosa	1 582	3.3	84.3	51.3	87.8	14.0	94.9	30.3	30.3	23.8	23.5
Tres Equis	540	3.3	76.9	44.1	77.4	4.8	94.1	5.4	12.2	7.4	10.2
La Isabel	1 752	3.5	82.8	47.5	86.5	10.4	95.0	21.7	23.0	14.1	16.1
Chirripó	781	5.4	52.9	10.1	24.7	1.8	27.4	2.3	4.1	3.8	4.2
Alvarado	3 612	4.0	87.5	54.5	87.9	11.8	95.6	34.8	25.4	13.6	16.3
Pacayas	1 376	4.1	89.9	57.2	87.9	11.3	95.9	30.9	24.0	14.5	17.7
Cervantes	1 585	3.9	85.9	51.2	88.1	12.4	96.0	39.7	27.6	14.4	18.1
Capellades	651	3.8	86.2	57.0	87.1	11.4	94.0	31.2	23.0	9.8	8.8

Cuadro 38											
Costa Rica: Indicadores de tenencia de dispositivos de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), según provincia, cantón y distrito.											
Provincia, cantón y distrito	Total de viviendas individuales ocupadas	Promedio de ocupantes por vivienda	Porcentaje de viviendas individuales ocupadas								
			Con radio o equipo de sonido	Con línea telefónica fija	Con línea de teléfono celular	Con pantalla de tv	Con televisor convencional	Con televisión por cable o satélite	Con computadora de escritorio	Con computadora portátil	Con Internet
Oreamuno	11 232	4.0	88.6	61.4	92.0	20.5	95.1	40.1	38.3	25.7	32.7
San Rafael	7 103	3.8	88.9	66.5	92.9	25.3	94.7	47.2	44.8	32.1	42.4
Cot	2 095	4.6	86.3	48.2	89.8	13.1	95.1	26.6	28.8	15.0	15.3
Potrero Cerrado	530	4.3	93.4	68.1	89.4	11.5	96.2	33.2	31.1	12.8	21.1
Cipreses	896	4.1	87.2	47.8	91.7	12.4	95.8	35.6	26.9	16.5	18.3
Santa Rosa	608	4.3	91.0	62.5	91.3	9.4	97.7	16.3	17.8	12.0	10.0
El Guarco	10 831	3.8	87.5	58.4	91.1	22.4	94.2	34.9	38.3	26.7	33.2
El Tejar	6 604	3.7	88.4	62.2	93.4	28.4	94.2	48.5	45.4	35.7	44.8
San Isidro	2 528	3.9	87.5	55.5	88.0	12.9	93.8	12.7	25.4	12.7	15.1
Tobosi	1 586	4.1	84.9	49.5	88.3	13.8	95.4	16.0	32.2	13.2	16.0
Patio de Agua	113	3.6	75.2	24.8	69.9	2.7	91.2	-	3.5	3.5	0.9
Heredia	122 410	3.5	83.5	67.2	90.6	29.3	91.1	55.6	43.3	36.9	47.7
Heredia	35 216	3.5	85.7	71.0	93.5	34.1	91.2	66.8	48.4	42.9	56.3
Heredia	6 091	3.0	84.9	71.8	90.1	32.7	91.6	68.1	47.9	48.1	58.8
Mercedes	7 638	3.4	88.2	75.5	93.8	39.3	91.8	73.7	52.7	51.5	65.4
San Francisco	13 163	3.7	84.2	67.6	94.3	31.9	90.8	62.3	45.5	37.3	51.1
Ulloa	8 115	3.6	86.6	72.1	94.6	34.2	91.1	67.6	50.1	40.9	55.3
Varablanca	209	3.3	72.2	51.2	80.4	11.5	83.7	24.4	16.7	12.9	18.2
Barva	11 291	3.6	86.7	72.9	92.1	28.5	93.2	60.7	48.3	36.7	50.0
Barva	1 442	3.5	87.4	77.2	91.3	30.2	93.8	68.4	51.8	42.4	58.5
San Pedro	2 690	3.7	83.5	64.2	91.3	23.6	93.3	56.4	42.7	27.8	40.3
San Pablo	2 236	3.7	88.2	72.8	93.9	24.8	95.6	56.8	48.1	33.8	46.0
San Roque	1 351	3.4	90.2	78.1	94.1	41.0	89.7	70.9	57.5	45.7	64.4
Santa Lucía	2 141	3.5	87.4	76.2	94.1	35.0	92.1	68.1	53.3	48.1	62.0
San José de la Montaña	1 431	3.7	84.8	74.9	86.6	20.5	93.2	46.1	39.6	26.9	34.7
Santo Domingo	11 496	3.5	88.3	74.1	91.4	33.2	92.5	62.7	50.3	41.9	54.1
Santo Domingo	1 533	3.1	88.9	82.8	87.7	37.3	94.7	70.9	52.5	46.9	60.1
San Vicente	1 870	3.4	90.8	83.2	93.9	47.3	88.5	78.2	59.2	56.2	72.4
San Miguel	1 761	3.6	88.1	74.8	91.9	29.0	93.7	55.7	51.2	39.1	51.3
Paracito	619	3.6	89.3	62.8	92.2	21.2	92.1	56.2	48.3	28.9	41.5
Santo Tomás	1 807	3.5	89.7	79.8	92.4	38.9	91.2	68.5	54.2	47.5	60.2
Santa Rosa	2 015	3.6	86.2	67.6	91.4	28.7	92.6	58.5	44.6	36.0	46.5

Cuadro 38											
Costa Rica: Indicadores de tenencia de dispositivos de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), según provincia, cantón y distrito.											
Provincia, cantón y distrito	Total de viviendas individuales ocupadas	Promedio de ocupantes por vivienda	Porcentaje de viviendas individuales ocupadas								
			Con radio o equipo de sonido	Con línea telefónica fija	Con línea de teléfono celular	Con pantalla de tv	Con televisor convencional	Con televisión por cable o satélite	Con computadora de escritorio	Con computadora portátil	Con Internet
Tures	943	3.6	86.3	60.3	89.6	22.5	95.2	46.2	41.5	31.7	40.6
Pará	948	3.5	85.3	65.1	91.1	24.2	94.2	49.9	42.9	31.8	39.8
Santa Bárbara	10 107	3.6	84.1	66.9	90.8	24.0	93.5	49.0	41.3	29.5	39.7
Santa Bárbara	1 730	3.4	84.3	70.1	90.2	27.9	92.9	59.4	43.9	34.0	46.6
San Pedro	1 569	3.6	79.9	60.8	90.6	23.7	93.2	45.8	38.1	28.4	37.5
San Juan	2 132	3.6	86.1	65.5	92.8	29.0	93.0	57.6	45.9	33.8	46.0
Jesús	2 599	3.7	83.2	66.3	89.6	21.1	94.4	46.7	39.5	26.8	36.8
Santo Domingo	813	3.5	86.5	65.1	89.7	20.0	92.3	36.2	34.9	25.8	30.6
Purabá	1 264	3.6	85.8	75.1	91.2	19.2	94.1	37.2	41.5	25.3	34.0
San Rafael	12 957	3.5	85.8	68.7	91.3	28.6	92.5	57.5	45.3	36.1	47.8
San Rafael	2 758	3.5	86.7	67.3	91.0	29.6	93.6	61.8	47.2	36.2	49.0
San Josecito	3 232	3.6	85.8	63.2	91.2	25.9	93.1	61.0	43.7	33.1	46.5
Santiago	2 342	3.6	83.3	68.1	94.4	31.5	92.1	62.1	49.8	41.1	55.3
Ángeles	2 926	3.5	86.1	74.2	89.9	29.4	91.0	53.0	42.6	36.4	45.1
Concepción	1 699	3.6	87.3	72.3	90.2	26.8	92.8	45.6	43.6	34.6	42.3
San Isidro	5 807	3.5	87.6	71.2	91.9	29.3	92.1	53.2	45.5	35.9	46.4
San Isidro	1 715	3.5	87.1	74.8	92.9	29.0	94.8	60.4	49.4	35.9	50.0
San José	2 088	3.5	88.4	70.6	91.8	33.0	89.5	53.0	44.7	39.2	46.2
Concepción	778	3.4	88.9	71.1	91.8	28.0	88.9	46.3	40.2	36.1	42.4
San Francisco	1 226	3.6	86.4	67.2	90.7	24.4	94.9	47.8	44.7	29.9	44.2
Belén	6 011	3.6	85.5	74.6	93.6	39.4	88.6	72.7	48.9	48.2	59.4
San Antonio	2 710	3.7	85.5	71.7	93.0	32.9	90.2	68.2	46.9	42.9	54.4
La Ribera	1 691	3.5	83.6	69.1	92.5	34.9	89.2	71.4	44.1	41.4	52.5
La Asunción	1 610	3.5	87.3	85.2	95.8	55.2	85.1	81.7	57.3	64.2	75.1
Flores	5 751	3.5	85.4	74.0	89.9	35.4	91.3	65.2	48.5	44.1	57.0
San Joaquín	2 133	3.3	85.7	75.3	86.0	38.4	90.4	69.1	50.6	49.3	61.1
Barrantes	1 209	3.4	85.5	80.1	91.4	46.4	87.7	72.5	51.1	54.4	65.8
Llorente	2 409	3.6	85.2	69.8	92.7	27.2	94.0	58.2	45.3	34.5	48.9
San Pablo	8 006	3.4	87.0	75.4	94.2	40.4	89.8	71.7	51.9	49.9	62.7
San Pablo	5 557	3.5	87.6	74.5	94.0	38.6	90.9	70.0	51.8	48.2	60.6
Rincón de Sabanilla	2 449	3.3	85.6	77.4	94.6	44.6	87.2	75.7	52.2	53.9	67.4

Cuadro 38											
Costa Rica: Indicadores de tenencia de dispositivos de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), según provincia, cantón y distrito.											
Provincia, cantón y distrito	Total de viviendas individuales ocupadas	Promedio de ocupantes por vivienda	Porcentaje de viviendas individuales ocupadas								
			Con radio o equipo de sonido	Con línea telefónica fija	Con línea de teléfono celular	Con pantalla de tv	Con televisor convencional	Con televisión por cable o satélite	Con computadora de escritorio	Con computadora portátil	Con Internet
Sarapiquí	15 768	3.6	65.6	37.6	78.8	8.7	87.1	6.8	13.5	12.1	12.0
Puerto Viejo	5 186	3.9	61.1	21.2	78.8	7.7	86.2	3.5	10.3	9.8	12.1
La Virgen	3 058	3.4	63.7	39.0	80.7	8.9	87.5	5.7	13.1	12.0	10.7
Las Horquetas	6 960	3.5	68.9	51.8	80.4	10.0	90.3	10.3	17.1	14.6	13.4
Llanuras del Gaspar	308	3.6	76.9	6.8	53.9	1.3	57.5	-	1.0	3.9	1.6
Cureña	256	3.7	73.4	2.0	44.5	1.6	47.7	0.4	1.6	2.0	0.4
Guanacaste	92 584	3.5	68.9	48.8	82.3	12.7	85.7	40.6	18.0	21.7	21.4
Liberia	16 577	3.7	71.2	47.9	89.5	16.6	89.7	59.3	22.7	27.6	29.3
Liberia	14 105	3.7	71.4	49.2	90.2	17.9	90.4	62.7	24.1	29.6	31.6
Cañas Dulces	836	3.9	73.0	40.6	87.8	9.4	84.0	43.4	15.8	18.7	19.3
Mayorga	397	4.0	64.7	41.6	81.1	5.5	84.9	28.2	10.8	10.1	9.8
Nacascolo	562	4.0	68.1	35.6	86.3	6.8	88.1	49.3	15.5	14.2	11.7
Curubandé	677	3.7	72.5	45.6	86.1	14.9	86.4	34.9	16.4	18.8	19.1
Nicoya	15 038	3.4	66.9	54.0	75.5	11.0	85.0	34.7	16.8	19.3	18.0
Nicoya	7 282	3.4	68.7	53.5	80.4	14.6	86.3	50.1	21.8	23.5	23.1
Mansión	1 693	3.4	70.2	55.5	76.3	8.8	88.0	8.7	14.8	15.0	12.8
San Antonio	2 049	3.2	68.4	56.8	62.0	4.6	86.8	8.6	8.5	10.1	7.0
Quebrada Honda	765	3.3	64.2	64.6	68.8	5.1	89.7	5.9	12.0	14.0	8.9
Sámara	1 063	3.3	53.6	54.7	75.3	10.5	81.8	51.6	15.2	22.0	22.8
Nosara	1 454	3.4	61.8	47.2	79.4	10.7	75.9	37.1	13.1	21.7	22.1
Belén de Nosarita	732	3.7	69.3	48.9	62.4	4.8	78.7	15.4	9.6	10.0	4.1
Santa Cruz	16 645	3.3	72.3	50.5	81.5	14.5	80.4	50.3	16.9	25.5	24.1
Santa Cruz	6 127	3.5	77.3	55.3	86.4	12.9	84.7	56.6	20.9	27.2	25.5
Bolsón	471	3.5	70.9	52.7	67.5	4.2	90.0	8.1	9.1	8.1	7.2
Veintisiete de Abril	2 166	3.3	71.7	42.2	72.4	10.2	79.6	19.8	8.2	14.7	10.7
Tempate	1 781	3.2	64.6	46.2	79.3	16.0	74.7	56.2	16.1	24.6	25.1
Cartagena	1 107	3.5	67.4	52.8	82.3	16.7	63.2	51.5	21.3	24.4	26.3
Cuajiniquil	565	3.2	71.5	34.5	69.7	12.6	65.5	15.8	8.3	18.6	17.5
Diriá	1 219	3.2	77.7	53.4	78.2	12.2	86.6	36.6	11.9	24.1	17.2
Cabo Velas	1 134	3.0	66.5	51.1	85.0	17.5	82.3	72.8	17.9	33.2	34.0
Tamarindo	2 075	3.1	68.0	49.0	84.5	24.0	79.3	72.7	19.4	35.4	36.4

Cuadro 38											
Costa Rica: Indicadores de tenencia de dispositivos de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), según provincia, cantón y distrito.											
Provincia, cantón y distrito	Total de viviendas individuales ocupadas	Promedio de ocupantes por vivienda	Porcentaje de viviendas individuales ocupadas								
			Con radio o equipo de sonido	Con línea telefónica fija	Con línea de teléfono celular	Con pantalla de tv	Con televisor convencional	Con televisión por cable o satélite	Con computadora de escritorio	Con computadora portátil	Con Internet
Bagaces	5 615	3.5	64.7	42.5	84.9	9.8	87.7	25.5	15.8	16.0	16.2
Bagaces	3 524	3.5	65.4	36.8	84.9	8.8	87.3	22.8	12.3	13.7	14.4
La Fortuna	798	3.4	64.0	57.3	85.1	12.9	89.5	32.7	23.2	20.8	19.5
Mogote	965	3.5	63.1	46.8	87.9	11.6	87.6	33.3	23.8	21.5	22.1
Río Naranjo	328	3.1	63.4	55.2	76.2	8.5	88.7	13.7	11.6	13.1	10.1
Carrillo	10 141	3.7	66.3	47.6	82.7	12.7	84.0	46.8	17.2	22.0	20.5
Filadelfia	2 077	3.8	70.8	51.3	83.1	10.9	83.0	40.1	17.2	22.3	21.0
Palmira	1 376	3.9	74.0	49.7	88.2	11.6	86.8	56.8	18.1	18.5	17.7
Sardinal	4 340	3.4	60.0	47.8	83.2	15.4	82.9	56.2	18.5	26.7	26.6
Belén	2 348	3.8	69.5	42.7	78.3	10.1	85.4	29.7	14.5	15.0	10.4
Cañas	7 172	3.6	68.8	44.7	88.1	12.4	89.4	37.8	19.0	21.1	21.9
Cañas	5 662	3.7	68.9	46.5	89.9	14.0	89.7	45.9	21.2	23.7	24.9
Palmira	299	3.3	69.9	37.1	77.3	4.7	89.6	4.7	5.0	5.4	3.3
San Miguel	486	3.4	74.3	39.3	86.2	5.8	89.1	6.0	11.3	13.0	13.2
Bebedero	537	3.9	62.0	44.3	79.5	8.0	88.8	10.6	14.5	14.0	14.7
Porozal	188	3.6	67.0	17.6	79.3	7.4	81.9	7.4	9.0	9.0	4.8
Abangares	5 311	3.4	67.5	50.7	80.2	9.4	89.4	18.5	16.9	15.6	16.4
Las Juntas	2 815	3.4	69.2	51.9	82.4	11.1	90.1	27.2	19.4	18.3	20.7
Sierra	715	3.3	65.6	69.1	75.1	5.9	91.3	8.3	20.4	15.0	15.1
San Juan	500	3.2	69.0	47.8	74.4	8.4	85.8	7.4	10.0	8.4	9.2
Colorado	1 281	3.6	64.4	39.2	80.6	8.0	88.1	9.4	12.4	12.9	10.5
Tilarán	6 018	3.3	73.8	61.1	84.1	14.2	89.9	39.7	23.0	22.9	25.9
Tilarán	2 623	3.3	75.7	61.5	89.7	19.3	90.3	65.1	29.1	29.1	33.5
Quebrada Grande	816	3.3	72.1	65.0	70.3	6.0	92.6	5.9	18.9	11.8	17.5
Tronadora	558	3.2	71.1	64.5	84.1	14.5	81.9	38.7	20.1	22.6	20.1
Santa Rosa	578	3.3	77.2	60.9	84.8	10.7	92.2	30.8	22.1	20.8	23.4
Líbano	260	3.3	67.7	59.6	74.6	5.0	91.5	15.4	8.5	9.2	7.7
Tierras Morenas	437	3.1	76.2	57.7	76.0	6.9	89.0	8.2	13.0	15.3	17.4
Arenal	746	3.1	69.4	55.9	86.9	14.7	89.8	22.4	20.1	24.5	26.3
Nandayure	3 307	3.4	66.8	43.6	78.6	7.3	86.8	13.3	14.0	17.5	14.1
Carmona	746	3.3	68.6	56.3	88.1	12.5	89.8	21.4	25.1	24.8	25.5

Cuadro 38											
Costa Rica: Indicadores de tenencia de dispositivos de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), según provincia, cantón y distrito.											
Provincia, cantón y distrito	Total de viviendas individuales ocupadas	Promedio de ocupantes por vivienda	Porcentaje de viviendas individuales ocupadas								
			Con radio o equipo de sonido	Con línea telefónica fija	Con línea de teléfono celular	Con pantalla de tv	Con televisor convencional	Con televisión por cable o satélite	Con computadora de escritorio	Con computadora portátil	Con Internet
Santa Rita	438	3.3	74.0	43.4	84.2	4.8	89.7	6.6	12.8	12.3	9.6
Zapotal	362	3.4	67.1	14.6	79.6	6.9	82.0	11.3	10.8	23.2	14.6
San Pablo	673	3.3	70.4	40.7	78.5	5.9	87.8	5.3	10.7	10.8	6.2
Porvenir	220	3.4	65.0	46.4	72.3	5.9	91.4	9.1	15.9	14.1	10.9
Bejuco	868	3.5	59.1	46.3	68.8	5.5	82.9	17.9	8.4	17.5	13.1
La Cruz	4 732	4.1	62.5	32.2	73.4	8.5	78.0	23.1	9.4	10.7	9.5
La Cruz	2 338	3.9	63.1	36.5	83.4	12.1	83.7	34.4	13.3	15.8	14.5
Santa Cecilia	1 496	4.2	62.6	23.5	59.9	4.2	71.1	8.0	5.3	5.1	3.8
La Garita	413	4.1	63.9	31.2	65.1	4.8	67.8	5.1	7.0	5.3	6.3
Santa Elena	485	4.2	57.9	39.0	74.0	7.8	80.4	30.5	5.2	8.5	5.4
Hojancha	2 028	3.5	67.9	45.9	76.5	10.6	85.7	16.1	17.6	20.3	15.0
Hojancha	1 199	3.5	72.4	52.0	76.0	12.2	86.2	11.8	21.3	21.8	17.6
Monte Romo	188	3.6	66.5	33.5	75.5	4.8	84.0	3.2	8.5	12.8	3.7
Puerto Carrillo	444	3.5	54.3	36.9	81.1	11.7	82.0	38.7	13.7	23.9	18.5
Huacas	197	3.6	72.6	40.1	70.1	3.6	92.9	3.6	12.2	10.2	2.5
Puntarenas	119 302	3.4	67.6	45.9	81.4	12.7	84.9	37.9	17.7	19.0	19.2
Puntarenas	33 228	3.4	69.9	55.7	80.5	13.4	88.9	45.3	20.0	17.8	19.6
Puntarenas	2 726	3.0	75.7	65.7	85.5	26.7	88.4	75.5	31.5	34.8	40.1
Pitahaya	609	3.6	65.4	31.2	76.2	4.1	82.9	7.1	3.4	4.1	3.9
Chomes	1 608	3.4	65.0	39.8	71.6	5.8	88.4	9.3	10.1	7.6	7.2
Lepanto	2 794	3.4	68.3	52.1	71.0	6.8	88.5	8.1	11.6	14.4	11.2
Paquera	2 006	3.3	67.3	50.8	77.2	9.5	88.0	24.6	16.0	15.9	14.6
Manzanillo	783	3.6	60.7	35.1	70.5	4.6	86.6	7.3	6.4	6.4	5.6
Guacimal	302	3.1	60.9	68.9	67.9	6.3	82.8	9.6	7.9	13.2	8.9
Barranca	8 452	3.6	71.5	57.6	85.4	13.6	90.1	61.6	23.1	14.6	18.8
Monte Verde	1 280	3.2	69.6	67.7	87.6	13.4	89.6	33.9	28.2	32.9	34.5
Cóbano	2 364	3.2	62.1	48.5	82.4	12.0	82.7	33.4	14.4	23.6	21.2
Chacarita	4 952	3.5	71.1	56.6	75.9	12.4	91.2	57.4	17.4	13.1	12.5
Chira	435	3.6	63.9	39.5	64.1	5.7	86.2	3.4	6.0	11.0	6.4
Acapulco	396	3.3	70.5	54.5	79.8	6.1	89.9	9.8	20.2	10.1	10.6
El Roble	4 334	3.5	74.0	62.9	87.5	20.4	89.8	61.6	28.7	23.7	32.0
Arancibia	187	3.6	63.6	66.3	47.1	3.2	92.0	1.6	5.3	7.5	2.1

Cuadro 38											
Costa Rica: Indicadores de tenencia de dispositivos de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), según provincia, cantón y distrito.											
Provincia, cantón y distrito	Total de viviendas individuales ocupadas	Promedio de ocupantes por vivienda	Porcentaje de viviendas individuales ocupadas								
			Con radio o equipo de sonido	Con línea telefónica fija	Con línea de teléfono celular	Con pantalla de tv	Con televisor convencional	Con televisión por cable o satélite	Con computadora de escritorio	Con computadora portátil	Con Internet
Esparza	8 435	3.4	72.3	56.0	87.0	15.4	88.2	50.5	25.9	22.8	27.3
Espíritu Santo	4 602	3.4	72.3	59.1	87.4	17.2	89.3	63.3	28.2	25.6	31.9
San Juan Grande	1 791	3.4	69.9	41.3	85.4	9.7	88.4	26.0	17.3	12.7	13.3
Macacona	1 385	3.4	73.1	62.8	90.0	19.9	83.2	57.8	32.8	29.3	36.5
San Rafael	416	3.1	77.9	65.6	85.1	12.3	92.5	15.6	22.6	22.6	16.6
San Jerónimo	241	3.1	74.3	50.2	78.0	4.1	89.2	5.8	12.4	9.5	8.7
Buenos Aires	12 205	3.7	64.9	25.7	75.9	8.3	75.2	13.5	12.5	13.6	11.2
Buenos Aires	5 683	3.7	65.1	36.9	79.0	11.5	76.1	23.9	18.2	19.1	16.8
Volcán	1 075	3.5	65.2	22.8	83.0	9.1	82.0	2.4	11.4	8.7	7.2
Potrero Grande	1 607	3.7	60.5	13.7	67.6	3.9	68.5	2.9	5.0	8.7	5.5
Boruca	841	3.7	73.4	15.1	64.9	8.0	76.5	11.4	8.2	13.8	11.9
Pilas	422	3.9	64.9	3.3	77.3	3.3	69.9	2.6	2.6	8.1	3.8
Colinas	397	3.5	62.7	6.5	80.4	5.5	68.3	3.8	7.1	7.1	4.3
Chánguena	645	4.1	62.9	2.6	61.4	3.1	62.6	1.6	4.5	4.3	2.5
Biolley	681	3.6	62.6	32.7	75.3	4.1	83.0	2.2	7.6	7.6	5.9
Brunka	854	3.8	66.6	19.0	81.9	5.4	81.6	8.3	11.8	9.6	7.1
Montes de Oro	3 929	3.3	71.6	60.7	84.3	12.8	89.5	56.1	22.9	21.4	23.3
Miramar	2 559	3.2	72.7	62.1	87.3	15.4	88.9	65.1	26.8	25.1	30.1
La Unión	398	3.1	76.9	73.4	63.6	5.5	87.7	14.8	15.3	9.3	5.3
San Isidro	972	3.5	66.6	51.7	85.0	9.2	91.9	49.1	15.9	16.7	12.7
Osa	8 904	3.3	63.2	39.0	80.9	11.5	80.3	35.8	13.5	18.5	17.0
Puerto Cortés	2 437	3.3	64.5	48.2	79.2	14.5	80.7	46.5	16.7	21.5	19.7
Palmar	2 843	3.4	67.8	41.2	83.8	10.8	86.0	43.8	15.3	18.6	17.5
Sierpe	1 311	3.2	62.6	27.1	73.9	5.6	70.7	8.3	7.9	13.3	12.4
Bahía Ballena	1 093	3.0	54.4	35.1	88.0	19.0	74.9	53.7	13.8	28.6	26.0
Piedras Blancas	1 220	3.4	58.6	31.9	78.2	6.3	81.3	9.8	8.4	8.6	7.7
Aguirre	8 094	3.3	65.9	43.9	86.2	14.3	85.8	43.7	18.3	24.5	22.8
Quepos	5 948	3.3	65.8	45.0	88.2	15.0	86.5	50.8	19.5	25.5	24.7
Savegre	1 025	3.2	64.5	36.1	82.9	10.0	81.4	22.2	12.4	23.5	18.3
Naranjito	1 121	3.3	67.8	45.2	78.5	14.7	86.2	25.8	17.2	20.2	16.7
Golfito	11 576	3.4	66.7	42.7	78.7	12.9	80.7	32.3	16.0	18.1	19.1
Golfito	3 339	3.4	71.6	57.0	80.4	18.5	82.5	61.0	20.9	20.8	24.1

Cuadro 38											
Costa Rica: Indicadores de tenencia de dispositivos de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), según provincia, cantón y distrito.											
Provincia, cantón y distrito	Total de viviendas individuales ocupadas	Promedio de ocupantes por vivienda	Porcentaje de viviendas individuales ocupadas								
			Con radio o equipo de sonido	Con línea telefónica fija	Con línea de teléfono celular	Con pantalla de tv	Con televisor convencional	Con televisión por cable o satélite	Con computadora de escritorio	Con computadora portátil	Con Internet
Puerto Jiménez	2 784	3.1	58.3	28.7	77.6	8.1	76.8	15.3	12.0	17.3	17.3
Guaycará	3 772	3.4	69.2	40.6	84.6	13.3	86.7	29.2	17.7	17.9	18.8
Pavón	1 681	3.7	65.6	42.3	63.8	8.8	69.9	9.9	9.0	14.5	13.0
Coto Brus	10 936	3.5	70.8	39.2	80.9	9.7	85.8	16.6	16.4	18.1	16.3
San Vito	4 345	3.4	72.5	44.8	85.5	12.0	90.0	25.3	19.5	22.6	21.5
Sabalito	3 082	3.6	71.1	31.5	79.6	8.8	85.7	10.7	16.0	15.5	13.9
Aguabuena	1 820	3.5	70.1	48.7	78.0	9.6	87.5	18.2	15.1	18.8	14.9
Limoncito	923	3.9	65.5	32.0	74.1	5.9	69.1	4.7	13.1	12.1	10.9
Pittier	766	3.6	68.0	24.9	75.2	5.0	77.7	0.8	8.1	8.1	5.7
Parrita	4 833	3.3	63.9	44.0	83.7	11.1	86.6	36.3	13.7	18.5	16.2
Parrita	4 833	3.3	63.9	44.0	83.7	11.1	86.6	36.3	13.7	18.5	16.2
Corredores	11 849	3.5	67.8	47.0	80.1	14.6	85.2	41.4	17.2	19.4	18.7
Corredor	4 936	3.5	69.6	48.8	85.4	16.9	86.5	53.7	20.6	23.8	23.0
La Cuesta	1 142	3.4	64.5	51.8	80.9	16.2	87.3	53.7	17.9	23.8	20.7
Canoas	3 192	3.6	66.1	39.7	79.0	14.8	83.6	43.5	15.3	16.2	16.3
Laurel	2 579	3.5	67.9	50.6	71.2	9.5	83.9	9.9	12.6	13.0	12.6
Garabito	5 313	3.2	58.2	38.6	90.7	16.3	84.3	58.8	16.0	27.3	26.6
Jacó	3 634	3.2	56.0	35.8	92.0	17.9	83.6	63.1	16.9	30.1	29.6
Tárcoles	1 679	3.3	63.0	44.5	88.0	12.6	85.8	49.5	14.1	21.2	20.1
Limón	109 316	3.5	68.2	41.0	80.0	12.0	85.3	23.8	18.0	14.1	16.3
Limón	26 666	3.5	73.4	47.0	82.1	16.9	84.9	39.2	23.9	16.5	23.2
Limón	18 061	3.4	77.0	55.3	88.0	20.7	90.0	53.7	30.3	20.7	30.3
Valle La Estrella	4 456	4.0	63.8	20.8	60.8	7.9	64.9	8.4	7.3	7.2	6.1
Río Blanco	2 139	3.7	68.2	43.8	82.3	9.5	87.6	10.8	16.6	8.6	12.2
Matama	2 010	3.5	67.5	33.2	75.4	10.0	80.4	7.6	11.4	8.3	9.7
Pococí	36 238	3.5	69.1	43.6	82.0	12.4	88.4	16.1	19.2	15.9	16.8
Guápiles	10 787	3.4	73.3	54.5	89.9	18.9	90.4	40.5	30.8	27.6	30.9
Jiménez	3 039	3.4	75.2	52.3	87.1	13.3	92.0	23.0	24.7	20.0	22.5
Rita	6 925	3.5	67.3	33.2	75.9	7.1	87.3	3.3	11.9	9.1	8.1
Roxana	4 524	3.6	65.3	29.7	76.3	8.2	87.2	2.8	11.3	7.3	6.8

Cuadro 38											
Costa Rica: Indicadores de tenencia de dispositivos de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), según provincia, cantón y distrito.											
Provincia, cantón y distrito	Total de viviendas individuales ocupadas	Promedio de ocupantes por vivienda	Porcentaje de viviendas individuales ocupadas								
			Con radio o equipo de sonido	Con línea telefónica fija	Con línea de teléfono celular	Con pantalla de tv	Con televisor convencional	Con televisión por cable o satélite	Con computadora de escritorio	Con computadora portátil	Con Internet
Cariari	9 758	3.5	66.7	45.4	79.5	10.9	88.5	3.9	15.0	11.0	11.0
Colorado	1 205	3.3	61.2	22.2	74.9	10.2	72.0	4.3	5.7	12.0	9.2
Siquirres	16 206	3.5	65.0	40.6	82.1	10.9	87.5	34.4	16.5	12.4	14.5
Siquirres	9 078	3.5	65.2	41.3	83.4	12.1	87.3	45.7	18.6	14.5	18.2
Pacuarito	2 376	3.6	63.8	31.5	74.2	8.7	85.0	8.6	9.2	5.9	6.9
Florida	637	3.4	63.1	38.9	83.5	7.5	91.2	11.0	14.8	10.5	10.7
Germania	756	3.3	67.7	43.1	81.3	8.9	90.9	21.8	16.4	9.9	7.9
El Cairo	1 716	3.5	65.3	36.5	82.5	8.7	86.8	26.6	13.7	8.6	7.9
Alegría	1 643	3.4	64.2	53.9	85.6	11.6	90.0	32.4	19.1	15.6	16.3
Talamanca	7 999	3.8	58.3	25.7	60.1	8.0	62.0	23.5	10.3	14.0	12.1
Bratsi	1 957	3.7	54.6	20.1	59.7	8.0	60.8	29.8	10.4	13.6	10.1
Sixaola	2 099	4.2	54.2	26.2	60.7	5.7	75.6	8.5	7.5	9.3	7.7
Cahuita	2 538	3.3	57.1	40.2	79.8	11.8	73.0	41.8	16.6	22.4	21.9
Telire	1 405	4.4	71.6	6.4	24.1	4.6	23.5	4.1	2.8	6.5	3.5
Matina	10 410	3.6	64.7	31.1	77.5	7.2	84.6	6.2	10.9	8.2	8.4
Matina	2 453	3.7	65.4	28.5	75.4	6.9	82.0	3.5	9.5	6.6	6.9
Batán	4 646	3.5	65.6	34.1	81.2	8.5	85.3	10.4	12.9	11.0	11.6
Carrandi	3 311	3.6	63.0	28.9	73.9	5.4	85.4	2.4	8.9	5.6	5.1
Guácimo	11 797	3.5	67.7	39.3	82.0	8.4	90.2	14.0	14.8	10.9	11.5
Guácimo	5 335	3.4	70.7	40.8	86.0	9.8	91.2	17.1	18.4	13.6	14.4
Mercedes	437	3.3	73.5	47.8	84.9	12.8	89.0	27.2	23.6	22.2	24.7
Pocora	1 906	3.4	64.0	41.8	82.5	8.5	89.8	27.1	16.2	9.0	11.1
Río Jiménez	2 448	3.6	63.9	37.3	76.9	5.7	89.2	3.0	8.9	7.2	7.5
Duacaré	1 671	3.6	66.5	32.4	75.4	6.4	89.5	2.3	7.8	6.6	5.3

Fuente: (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2011)

Anexo 5: Cálculo de porcentaje de viviendas con internet de cantones que utilizarán el CIVO para el año 2011

Provincia, cantón y distrito	Total, de viviendas individuales ocupadas	Porcentaje de viviendas individuales ocupadas	Cantidad viviendas con internet
		Con Internet	
San Ramón			
San Ramón	2 928	51.5	1507
Santiago	1 219	27.7	338
San Juan	3 427	37.1	1271
Piedades Norte	2 352	30.2	711
Piedades Sur	1 078	14.3	154
San Rafael	2 696	38.6	1040
San Isidro	1 255	30.5	383
Ángeles	2 361	19.4	457
Alfaro	2 078	38.8	806
Volio	623	20.5	128
Concepción	654	11.5	75
Zapotal	124	3.2	4
Peñas Blancas	2 506	14.5	363
Grecia			
Grecia	4 627	46.3	2143
San Isidro	1 678	33.1	556
San José	2 252	26.3	593
San Roque	3 182	33.8	1077
Tacares	2 127	23.1	491
Río Cuarto	2 850	12.4	353
Puente de Piedra	2 906	27.7	804
Bolívar	2 087	23.1	482
San Mateo			
Jesús María	712	10.0	71
Naranjo			
Naranjo	4 449	32.9	1465
San Miguel	1 224	20.8	254
San José	904	20.7	187
Cirrí Sur	1 283	20.6	264
San Jerónimo	856	19.7	169
San Juan	839	27.1	227
El Rosario	950	15.9	151
Palmitos	1 173	29.1	341
Palmares			
Palmares	1 107	41.5	459
Zaragoza	2 269	34.1	773
Buenos Aires	2 143	43.2	926
Santiago	729	20.3	148
Candelaria	545	14.9	81
Esquipulas	1 741	25.6	445
La Granja	1 123	44.3	498
Poás			
San Pedro	2 144	33.7	722
San Juan	1 243	27.0	336
San Rafael	1 462	18.3	267
Carrillos	2 428	25.0	607
Sabana Redonda	629	10.3	65
San Carlos			
Quesada	12 275	41.1	5049
Florencia	4 299	23.3	1000
Buenavista	92	20.7	19
Aguas Zarcas	5 446	20.6	1122
Venecia	2 607	22.0	573
Pital	4 530	15.1	683
La Fortuna	4 371	26.9	1175
La Tigra	1 743	13.4	233
La Palmera	1 573	22.9	360
Venado	516	13.2	68
Cutris	2 644	9.1	240

Provincia, cantón y distrito	Total, de viviendas individuales ocupadas	Porcentaje de viviendas individuales ocupadas	Cantidad viviendas con internet
		Con Internet	
Monterrey	935	18.1	169
Pocosol	3 935	9.4	370
Zarcero			
Zarcero	1 168	37.3	436
Laguna	463	28.7	133
Tapesco	340	28.2	96
Guadalupe	295	17.3	51
Palmira	351	14.0	49
Zapote	193	23.8	46
Brisas	523	17.6	92
Valverde Vega			
Sarchí Norte	2 046	29.9	612
Sarchí Sur	1 423	24.7	351
Toro Amarillo	88	9.1	8
San Pedro	907	21.5	195
Rodríguez	590	26.8	158
Upala			
Upala	4 376	13.9	608
Aguas Claras	1 398	7.9	111
San José o Pizote	1 794	4.3	78
Bijagua	1 345	12.6	169
Delicias	1 031	2.6	27
Dos Ríos	783	0.8	6
Yolillal	791	4.7	37
Los Chiles			
Los Chiles	3 267	12.7	414
Caño Negro	504	5.4	27
El Amparo	1 550	7.0	108
San Jorge	714	4.8	34
Guatuso			
San Rafael	2 198	11.9	262
Buenavista	448	4.5	20
Cote	276	7.6	21
Katira	1 487	8.9	132
Sarapiquí			
Puerto Viejo	5 186	12.1	629
La Virgen	3 058	10.7	326
Las Horquetas	6 960	13.4	931
Llanuras del Gaspar	308	1.6	5
Cureña	256	0.4	1
Esparza			
Macacona	1 385	36.5	505
San Rafael	416	16.6	69
Sumatoria	167 847	Sumatoria	40 000
Total de viviendas individuales ocupadas a nivel nacional	1 211 964		
Porcentaje viviendas con internet a nivel nacional	33.50%		
Total de viviendas individuales ocupadas con internet a nivel nacional	406 015		
Porcentaje de viviendas individuales ocupadas con internet que utilizaría el CIVO	9.85%		

Fuente: propia con información (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2011)

Anexo 6: Cálculo de la Generación de viajes para los pasajeros Aeropuerto de Orotina

Tabla 6.1. Cálculo de la generación de viajes para los pasajeros

Año	Pasajeros HP	Privados y Taxis	Rentados	Autobús	Total de Viajes
2015	1878	1237	221	11	1469
2016	2050	1351	241	12	1604
2017	2150	1416	253	13	1682
2018	2250	1482	265	14	1761
2019	2350	1548	276	14	1839
2020	2400	1581	282	14	1878
2021	2500	1647	294	15	1956
2022	2600	1713	306	16	2034
2023	2700	1779	318	16	2113
2024	2800	1845	329	17	2191
2025	2900	1911	341	17	2269
2026	3000	1976	353	18	2347
2027	3150	2075	371	19	2465
2028	3250	2141	382	20	2543
2029	3350	2207	394	20	2621
2030	3500	2306	412	21	2739
2031	3600	2372	424	22	2817
2032	3700	2438	435	22	2895
2033	3800	2504	447	23	2973
2034	3900	2569	459	23	3052
2035	4000	2635	471	24	3130
2036	4150	2734	488	25	3247
2037	4250	2800	500	26	3326
2038	4350	2866	512	26	3404
2039	4500	2965	529	27	3521
2040	4600	3031	541	28	3599
2041	4700	3096	553	28	3678
2042	4850	3195	571	29	3795
2043	5000	3294	588	30	3912
2044	5100	3360	600	31	3991
2045	5250	3459	618	32	4108
2046	5350	3525	629	32	4186
2047	5500	3624	647	33	4304

Fuente: (Mott MacDonald, 2017)

Anexo 7: Memoria de cálculo de estimación de Nivel de Servicio para el año 40, para corredor vial con 2 carriles por sentido con pendiente mayor 6%

Calculo de Niveles de servicio Escenario 2020											
Tipo de Autopista	Rural										
Velocida flujo libre base (BFSS)	80	km/h									
Ancho de carril	3.6	m									
F (LW)	0	De la tabla 21-4 del HCM-2000									
Ancho Hombro externo	1.8	m									
Media Medianera	2										
Ancho Hombro Interno	1										
LCR	1.8										
LCL	3										
TLC	4.8										
F (LC)	0	De la tabla 21.5 del HCM-2000, para un TLC=4.8									
Ajuste por Tipo de Medianera											
Tipo de carretera	Dividida										
F (M)		De la tabla 21.6 del HCM-2000, para dividida f m=0									
Cantidad de accesos Identificados por sentido	2										
Longitud del Tramo	7.521	km									
Puntos de acceso por Kilometro	0.266										
F (A)	1	De la tabla 21-7 para una densidad accesos de 0.26 se considera que el F (ID) es de 1 interpolando									
FFS	79	Km/h									
Calculo razon de flujo											
V (volumen horario)	1,840	veh/h									
PHF (factor Hora pico)	0.85	Para Autopista rural según HCM-2000									
N (Número de carriles)	2										
f (HV), factor de pesados	0.637										
f p (factor del conductor)	1										
Vp (razon de flujo)	1700.0	Veh livianos/h/carril									
Debido a es una autopista con viajes comunes											
Calculo de Factor de ajuste presencia de vehiculos pesados											
PT: (% de camiones)	14.37%										
PB: (% de autobuses)	2.79%										
PR:(% vehiculos recreativos)	0										
ET: (Automóviles equivalentes a un camión)	4										
EB: (Automóviles equivalentes a un Autobús)	6										
ER: (Automóviles equivalente a un Vehiculo Recreativo)	4										
FHV: Factor de ajuste por efecto de veh pesados	0.637										
EXHIBIT 21-8. PASSENGER-CAR EQUIVALENTS ON EXTENDED GENERAL HIGHWAY SEGMENTS											
Factor	Type of Terrain										
	Level	Rolling	Mountainous								
E _T (trucks and buses)	1.5	2.5	4.5								
E _R (RVs)	1.2	2.0	4.0								
EXHIBIT 21-9. PASSENGER-CAR EQUIVALENTS FOR TRUCKS AND BUSES ON UNIFORM UPGRADES											
Upgrade (%)	Length (km)	E _T Percentage of Trucks and Buses									
		2	4	5	6	8	10	15	20	25	
<2	All	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
≥ 2-3	0.0-0.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
	> 0.4-0.8	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
	> 0.8-1.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
	> 1.2-1.6	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
	> 1.6-2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
> 3-4	> 2.4	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
	0.0-0.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
	> 0.4-0.8	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	
	> 0.8-1.2	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
	> 1.2-1.6	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	
> 4-5	> 1.6-2.4	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	
	> 2.4	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	
	0.0-0.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
	> 0.4-0.8	3.0	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
	> 0.8-1.2	3.5	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
> 5-6	> 1.2-1.6	4.0	3.5	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
	> 1.6	5.0	4.0	4.0	4.0	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0	
	0.0-0.4	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
	> 0.4-0.5	4.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
	> 0.5-0.8	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	
> 6	> 0.8-1.2	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
	> 1.2-1.6	5.5	5.0	4.5	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
	> 1.6	6.0	5.0	5.0	4.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	
	0.0-0.4	4.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	
	> 0.4-0.5	4.5	4.0	3.5	3.5	3.5	3.0	2.5	2.5	2.5	
> 7	> 0.5-0.8	5.0	4.5	4.0	4.0	3.5	3.0	2.5	2.5	2.5	
	> 0.8-1.2	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0	
	> 1.2-1.6	6.0	5.5	5.0	5.0	4.5	4.0	3.5	3.5	3.5	
	> 1.6	7.0	6.0	5.5	5.5	5.0	4.5	4.0	4.0	4.0	

EXHIBIT 21-3. SPEED-FLOW CURVES WITH LOS CRITERIA			
110	Free-Flow Speed, FFS = 100 km/h		
100	90 km/h		
90	80 km/h		
80	70 km/h		
70			
60	LOS A	B	C
50			
40	Density = 7 pc/km/ln		
30	11 pc/km/ln		
20	16 pc/km/ln		
10	22 pc/km/ln		
0	28 pc/km/ln		
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			
0			

Anexo 8: Memoria de cálculo de estimación de Nivel de Servicio para el año 20, para corredor vial con 3 carriles por sentido con pendiente mayor 6%

Calculo de Niveles de servicio Escenario 2040 para 3 Carriles con pendientes mayor a 6%																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<table><tr><td>Tipo de Autopista</td><td>Rural</td><td></td></tr><tr><td>Velocidad flujo libre base (BFSS)</td><td>80</td><td>km/h</td></tr></table>			Tipo de Autopista	Rural		Velocidad flujo libre base (BFSS)	80	km/h																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Tipo de Autopista	Rural																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Velocidad flujo libre base (BFSS)	80	km/h																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
<table><tr><td>Ancho de carril</td><td>3.6</td><td>m</td></tr><tr><td>F (LW)</td><td>0</td><td>De la tabla 21-4 del HCM-2000</td></tr></table>			Ancho de carril	3.6	m	F (LW)	0	De la tabla 21-4 del HCM-2000																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Ancho de carril	3.6	m																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
F (LW)	0	De la tabla 21-4 del HCM-2000																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
<table><tr><td>Ancho Hombro externo</td><td>1.8</td><td>m</td></tr><tr><td>Media Medianera</td><td>2</td><td></td></tr><tr><td>Ancho Hombro Interno</td><td>1</td><td></td></tr><tr><td>LCR</td><td>1.8</td><td></td></tr><tr><td>LCL</td><td>3</td><td></td></tr><tr><td>TLC</td><td>4.8</td><td></td></tr><tr><td>F (LC)</td><td>0</td><td>De la tabla 21.5 del HCM-2000, para un TLC=4.8</td></tr></table>			Ancho Hombro externo	1.8	m	Media Medianera	2		Ancho Hombro Interno	1		LCR	1.8		LCL	3		TLC	4.8		F (LC)	0	De la tabla 21.5 del HCM-2000, para un TLC=4.8																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Ancho Hombro externo	1.8	m																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Media Medianera	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Ancho Hombro Interno	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
LCR	1.8																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
LCL	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
TLC	4.8																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
F (LC)	0	De la tabla 21.5 del HCM-2000, para un TLC=4.8																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
<table><tr><td>Tipo de carretera</td><td>Dividida</td><td></td></tr><tr><td>F (M)</td><td>0</td><td>De la tabla 21.6 del HCM-2000, para dividida sin=0</td></tr></table>			Tipo de carretera	Dividida		F (M)	0	De la tabla 21.6 del HCM-2000, para dividida sin=0																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Tipo de carretera	Dividida																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
F (M)	0	De la tabla 21.6 del HCM-2000, para dividida sin=0																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
<table><tr><td>Cantidad de accesos Identificados por sentido</td><td>2</td><td></td></tr><tr><td>Longitud del Tramo</td><td>7.521</td><td>km</td></tr><tr><td>Puntos de acceso por Kilometro</td><td>0.266</td><td></td></tr><tr><td>F (A)</td><td>1</td><td>De la tabla 21-7 para una densidad accesos de 0.26 se considera que el F (ID) es de 1 interpolando</td></tr></table>			Cantidad de accesos Identificados por sentido	2		Longitud del Tramo	7.521	km	Puntos de acceso por Kilometro	0.266		F (A)	1	De la tabla 21-7 para una densidad accesos de 0.26 se considera que el F (ID) es de 1 interpolando																																																																																																																																																																																																																																																																																																
Cantidad de accesos Identificados por sentido	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Longitud del Tramo	7.521	km																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Puntos de acceso por Kilometro	0.266																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
F (A)	1	De la tabla 21-7 para una densidad accesos de 0.26 se considera que el F (ID) es de 1 interpolando																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
FFS																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
79 Km/h																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<table><tr><td colspan="3">Calculo razón de flujo</td></tr><tr><td>V (volumen horario)</td><td>1,840</td><td>veh/h</td></tr><tr><td>PHF (factor Hora pico)</td><td>0.85</td><td>Para Autopista rural según HCM-2000</td></tr><tr><td>N (Número de carriles)</td><td>3</td><td></td></tr><tr><td>f (HV), factor de pesados</td><td>0.637</td><td></td></tr><tr><td>f p (factor del conductor)</td><td>1</td><td></td></tr><tr><td>Vp (razón de flujo)</td><td>1133.3</td><td>Veh livianos/h/carril</td></tr></table>			Calculo razón de flujo			V (volumen horario)	1,840	veh/h	PHF (factor Hora pico)	0.85	Para Autopista rural según HCM-2000	N (Número de carriles)	3		f (HV), factor de pesados	0.637		f p (factor del conductor)	1		Vp (razón de flujo)	1133.3	Veh livianos/h/carril																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Calculo razón de flujo																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
V (volumen horario)	1,840	veh/h																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
PHF (factor Hora pico)	0.85	Para Autopista rural según HCM-2000																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
N (Número de carriles)	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
f (HV), factor de pesados	0.637																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
f p (factor del conductor)	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Vp (razón de flujo)	1133.3	Veh livianos/h/carril																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
<table><tr><td colspan="3">Calculo de Factor de ajuste presencia de vehículos pesados</td></tr><tr><td>PT: (% de camiones)</td><td>14.37%</td><td></td></tr><tr><td>PB: (% de autobuses)</td><td>2.79%</td><td></td></tr><tr><td>PR:(% vehículos recreativos)</td><td>0</td><td></td></tr><tr><td>ET: (Automóviles equivalentes a un camión)</td><td>4</td><td></td></tr><tr><td>EB: (Automóviles equivalentes a un Autobús)</td><td>6</td><td></td></tr><tr><td>ER: (Automóviles equivalente a un Vehículo Recreativo)</td><td>4</td><td></td></tr><tr><td>FHV: Factor de ajuste por efecto de veh pesados</td><td>0.637</td><td></td></tr></table>			Calculo de Factor de ajuste presencia de vehículos pesados			PT: (% de camiones)	14.37%		PB: (% de autobuses)	2.79%		PR:(% vehículos recreativos)	0		ET: (Automóviles equivalentes a un camión)	4		EB: (Automóviles equivalentes a un Autobús)	6		ER: (Automóviles equivalente a un Vehículo Recreativo)	4		FHV: Factor de ajuste por efecto de veh pesados	0.637																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Calculo de Factor de ajuste presencia de vehículos pesados																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
PT: (% de camiones)	14.37%																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
PB: (% de autobuses)	2.79%																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
PR:(% vehículos recreativos)	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
ET: (Automóviles equivalentes a un camión)	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
EB: (Automóviles equivalentes a un Autobús)	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
ER: (Automóviles equivalente a un Vehículo Recreativo)	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
FHV: Factor de ajuste por efecto de veh pesados	0.637																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
<table><tr><td colspan="4">EXHIBIT 21-8. PASSENGER-CAR EQUIVALENTS ON EXTENDED GENERAL HIGHWAY SEGMENTS</td></tr><tr><td rowspan="2">Factor</td><td colspan="3">Type of Terrain</td></tr><tr><td>Level</td><td>Rolling</td><td>Mountainous</td></tr><tr><td>E_T (trucks and buses)</td><td>1.5</td><td>2.5</td><td>4.5</td></tr><tr><td>E_R (RVs)</td><td>1.2</td><td>2.0</td><td>4.0</td></tr></table>			EXHIBIT 21-8. PASSENGER-CAR EQUIVALENTS ON EXTENDED GENERAL HIGHWAY SEGMENTS				Factor	Type of Terrain			Level	Rolling	Mountainous	E _T (trucks and buses)	1.5	2.5	4.5	E _R (RVs)	1.2	2.0	4.0																																																																																																																																																																																																																																																																																									
EXHIBIT 21-8. PASSENGER-CAR EQUIVALENTS ON EXTENDED GENERAL HIGHWAY SEGMENTS																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Factor	Type of Terrain																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	Level	Rolling	Mountainous																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
E _T (trucks and buses)	1.5	2.5	4.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
E _R (RVs)	1.2	2.0	4.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
<table><tr><td colspan="3">Determinación nivel de servicio</td></tr><tr><td>Vp</td><td>1133.3</td><td></td></tr><tr><td>S</td><td>79 km/h</td><td></td></tr><tr><td>D</td><td>14.35 veh liviano/km/carril</td><td></td></tr><tr><td>Nivel de servicio</td><td>C</td><td></td></tr><tr><td>Capacidad Nivel de servicio D</td><td>2000.00 veh liviano/km/carril</td><td></td></tr><tr><td>Vp/C</td><td>0.57</td><td></td></tr></table>			Determinación nivel de servicio			Vp	1133.3		S	79 km/h		D	14.35 veh liviano/km/carril		Nivel de servicio	C		Capacidad Nivel de servicio D	2000.00 veh liviano/km/carril		Vp/C	0.57																																																																																																																																																																																																																																																																																								
Determinación nivel de servicio																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Vp	1133.3																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
S	79 km/h																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
D	14.35 veh liviano/km/carril																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Nivel de servicio	C																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Capacidad Nivel de servicio D	2000.00 veh liviano/km/carril																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Vp/C	0.57																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
<table><tr><td colspan="3">EXHIBIT 21-9. PASSENGER-CAR EQUIVALENTS FOR TRUCKS AND BUSES ON UNIFORM UPGRADES</td></tr><tr><td rowspan="3">Upgrade (%)</td><td rowspan="3">Length (km)</td><td colspan="10">E_T</td></tr><tr><td colspan="10">Percentage of Trucks and Buses</td></tr><tr><td>2</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td><td>15</td><td>20</td><td>25</td></tr><tr><td><2</td><td>All</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td></tr><tr><td rowspan="5">≥ 2-3</td><td>0.0-0.4</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td></tr><tr><td>> 0.4-0.8</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td></tr><tr><td>> 0.8-1.2</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td></tr><tr><td>> 1.2-1.6</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td></tr><tr><td>> 1.6-2.4</td><td>2.5</td><td>2.5</td><td>2.5</td><td>2.5</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td></tr><tr><td rowspan="5">> 3-4</td><td>> 2.4</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>2.5</td><td>2.5</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td></tr><tr><td>0.0-0.4</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td></tr><tr><td>> 0.4-0.8</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td></tr><tr><td>> 0.8-1.2</td><td>2.5</td><td>2.5</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td></tr><tr><td>> 1.2-1.6</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>2.5</td><td>2.5</td><td>2.5</td><td>2.5</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td></tr><tr><td rowspan="5">> 4-5</td><td>> 1.6-2.4</td><td>3.5</td><td>3.5</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>2.5</td><td>2.5</td><td>2.5</td></tr><tr><td>> 2.4</td><td>4.0</td><td>3.5</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>2.5</td><td>2.5</td><td>2.5</td></tr><tr><td>0.0-0.4</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td></tr><tr><td>> 0.4-0.8</td><td>3.0</td><td>2.5</td><td>2.5</td><td>2.5</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td></tr><tr><td>> 0.8-1.2</td><td>3.5</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>2.5</td><td>2.5</td><td>2.5</td><td>2.5</td><td>2.5</td></tr><tr><td rowspan="5">> 5-6</td><td>> 1.2-1.6</td><td>4.0</td><td>3.5</td><td>3.5</td><td>3.5</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>3.0</td></tr><tr><td>> 1.6</td><td>5.0</td><td>4.0</td><td>4.0</td><td>4.0</td><td>3.5</td><td>3.5</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>3.0</td></tr><tr><td>0.0-0.4</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td><td>1.5</td></tr><tr><td>> 0.4-0.5</td><td>4.0</td><td>3.0</td><td>2.5</td><td>2.5</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td></tr><tr><td>> 0.5-0.8</td><td>4.5</td><td>4.0</td><td>3.5</td><td>3.0</td><td>2.5</td><td>2.5</td><td>2.5</td><td>2.5</td><td>2.5</td></tr><tr><td rowspan="5">> 6</td><td>> 0.8-1.2</td><td>5.0</td><td>4.5</td><td>4.0</td><td>3.5</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>3.0</td></tr><tr><td>> 1.2-1.6</td><td>5.5</td><td>5.0</td><td>4.5</td><td>4.0</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>3.0</td></tr><tr><td>> 1.6</td><td>6.0</td><td>5.0</td><td>5.0</td><td>4.5</td><td>3.5</td><td>3.5</td><td>3.5</td><td>3.5</td><td>3.5</td></tr><tr><td>0.0-0.4</td><td>4.0</td><td>3.0</td><td>2.5</td><td>2.5</td><td>2.5</td><td>2.5</td><td>2.0</td><td>2.0</td><td>2.0</td></tr><tr><td>> 0.4-0.5</td><td>4.5</td><td>4.0</td><td>3.5</td><td>3.5</td><td>3.5</td><td>3.0</td><td>2.5</td><td>2.5</td><td>2.5</td></tr></table>			EXHIBIT 21-9. PASSENGER-CAR EQUIVALENTS FOR TRUCKS AND BUSES ON UNIFORM UPGRADES			Upgrade (%)	Length (km)	E _T										Percentage of Trucks and Buses										2	4	5	6	8	10	15	20	25	<2	All	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	≥ 2-3	0.0-0.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	> 0.4-0.8	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	> 0.8-1.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	> 1.2-1.6	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	> 1.6-2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	> 3-4	> 2.4	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.0-0.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	> 0.4-0.8	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	> 0.8-1.2	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	> 1.2-1.6	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	> 4-5	> 1.6-2.4	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	> 2.4	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	0.0-0.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	> 0.4-0.8	3.0	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	> 0.8-1.2	3.5	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	> 5-6	> 1.2-1.6	4.0	3.5	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	> 1.6	5.0	4.0	4.0	4.0	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0	0.0-0.4	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	> 0.4-0.5	4.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	> 0.5-0.8	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	> 6	> 0.8-1.2	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	> 1.2-1.6	5.5	5.0	4.5	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	> 1.6	6.0	5.0	5.0	4.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	0.0-0.4	4.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	> 0.4-0.5	4.5	4.0	3.5	3.5	3.5	3.0	2.5	2.5	2.5
EXHIBIT 21-9. PASSENGER-CAR EQUIVALENTS FOR TRUCKS AND BUSES ON UNIFORM UPGRADES																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Upgrade (%)	Length (km)	E _T																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		Percentage of Trucks and Buses																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		2	4	5	6	8	10	15	20	25																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
<2	All	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
≥ 2-3	0.0-0.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	> 0.4-0.8	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	> 0.8-1.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	> 1.2-1.6	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	> 1.6-2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
> 3-4	> 2.4	3.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	0.0-0.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	> 0.4-0.8	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	> 0.8-1.2	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	> 1.2-1.6	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
> 4-5	> 1.6-2.4	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	> 2.4	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	0.0-0.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	> 0.4-0.8	3.0	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	> 0.8-1.2	3.5	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
> 5-6	> 1.2-1.6	4.0	3.5	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	> 1.6	5.0	4.0	4.0	4.0	3.5	3.5	3.0	3.0	3.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	0.0-0.4	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	> 0.4-0.5	4.0	3.0	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	> 0.5-0.8	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
> 6	> 0.8-1.2	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	> 1.2-1.6	5.5	5.0	4.5	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	> 1.6	6.0	5.0	5.0	4.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	0.0-0.4	4.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.0	2.0	2.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	> 0.4-0.5	4.5	4.0	3.5	3.5	3.5	3.0	2.5	2.5	2.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
<table><tr><td colspan="3">EXHIBIT 21-3. SPEED-FLOW CURVES WITH LOS CRITERIA</td></tr><tr><td>Average Passenger Car Speed (km/h)</td><td>Flow Rate (pc/h/ln)</td><td></td></tr><tr><td>Free-Flow Speed, FFS = 100 km/h</td><td></td><td></td></tr><tr><td>90 km/h</td><td></td><td></td></tr><tr><td>80 km/h</td><td></td><td></td></tr><tr><td>70 km/h</td><td></td><td></td></tr><tr><td>LOS A</td><td></td><td></td></tr><tr><td>LOS B</td><td></td><td></td></tr><tr><td>LOS C</td><td></td><td></td></tr><tr><td>LOS D</td><td></td><td></td></tr><tr><td>LOS E</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Density = 7 pc/km/ln</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Density = 11 pc/km/ln</td><td></td><td></td></tr><tr><td>16 pc/km/ln</td><td></td><td></td></tr><tr><td>22 pc/km/ln</td><td></td><td></td></tr><tr><td>28 pc/km/ln</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Note:</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Maximum densities for LOS E occur at a v/c ratio of 1.0. They are 25, 26, 27, and 28 pc/km/ln at FFS of 100, 90, 80, and 70 km/h, respectively. Capacity varies by FFS. Capacity is 2,200, 2,100, 2,000, and 1,900 pc/h/ln at FFS of 100, 90, 80, and 70 km/h, respectively.</td><td></td><td></td></tr></table>			EXHIBIT 21-3. SPEED-FLOW CURVES WITH LOS CRITERIA			Average Passenger Car Speed (km/h)	Flow Rate (pc/h/ln)		Free-Flow Speed, FFS = 100 km/h			90 km/h			80 km/h			70 km/h			LOS A			LOS B			LOS C			LOS D			LOS E			Density = 7 pc/km/ln			Density = 11 pc/km/ln			16 pc/km/ln			22 pc/km/ln			28 pc/km/ln			Note:			Maximum densities for LOS E occur at a v/c ratio of 1.0. They are 25, 26, 27, and 28 pc/km/ln at FFS of 100, 90, 80, and 70 km/h, respectively. Capacity varies by FFS. Capacity is 2,200, 2,100, 2,000, and 1,900 pc/h/ln at FFS of 100, 90, 80, and 70 km/h, respectively.																																																																																																																																																																																																																																																								
EXHIBIT 21-3. SPEED-FLOW CURVES WITH LOS CRITERIA																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Average Passenger Car Speed (km/h)	Flow Rate (pc/h/ln)																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Free-Flow Speed, FFS = 100 km/h																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
90 km/h																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
80 km/h																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
70 km/h																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
LOS A																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
LOS B																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
LOS C																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
LOS D																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
LOS E																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Density = 7 pc/km/ln																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Density = 11 pc/km/ln																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
16 pc/km/ln																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
22 pc/km/ln																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
28 pc/km/ln																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Note:																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Maximum densities for LOS E occur at a v/c ratio of 1.0. They are 25, 26, 27, and 28 pc/km/ln at FFS of 100, 90, 80, and 70 km/h, respectively. Capacity varies by FFS. Capacity is 2,200, 2,100, 2,000, and 1,900 pc/h/ln at FFS of 100, 90, 80, and 70 km/h, respectively.																																																																																																																																																																																																																																																																																																														

Resultado: Debido a que se obtuvo una densidad de 14.35 vehículos livianos por km por carril del gráfico HCM-2000 adjunto se obtiene que para el año 2040 el nivel de servicio es C para el CIVO

Resultado: Debido a que se obtuvo una densidad de 14.35 vehículos livianos por km por carril del gráfico HCM-2000 adjunto se obtiene que para el año 2040 el nivel de servicio es C para el CIVO

Fuente: propia

Anexo 9: Memoria de cálculo de estimación del Nivel de Servicio para el año 20 y 27 para los carriles de vehículos mixtos, con la Implementación del BRT, Escenario 1.

Resultado: Debido a que se obtuvo una densidad de 18.09 vehículos livianos por km por carril del gráfico HCM-2000 adjunto se obtiene que para el año 2040 el nivel de servicio es D para el CIVO

Fuente: propia

Anexo 10: Memoria de cálculo de estimación del Nivel de Servicio para el año 20 y 27 para los carriles de vehículos mixtos, con la Implementación del BRT, Escenario 2.

Resultado: Debido a que se obtuvo una densidad de 16.41 vehículos livianos por km por carril del gráfico HCM-2000 adjunto se obtiene que para el año 2040 el nivel de servicio es D para el CVO

Resultado: Debido a que se obtuvo una densidad de 19.72 vehículos livianos por km por carril del gráfico HCM-2000 adjunto se obtiene que para el año 2047 el nivel de servicio es D para el CIVO

314

Anexo 11: Memoria de cálculo de estimación del Nivel de Servicio para el año 20 y 27 para los carriles de vehículos mixtos, con la Implementación del BRT, Escenario 3.

<

</

Cálculo de Ejes Equivalentes duales de 8.2 toneladas						
Factor Carril	0.8					
Factor Dirección	0.5					
Periodo de Diseño (Años)	20					
Clase del Vehículo	TPDA	Índice de Crecimiento g (%)	Factor Camión	Factor de Crecimiento	ESALi	ESAL Diseño (carril de diseño)
Liviano	11472	2.49	0.01	25.52	1,068,550.3	427,420.1
T3-S2	2220	2.49	1.71	25.52	35,359,402.6	14,143,761.0
					36,427,952.9	14,571,181.2

Cálculo del Número Estructural (Sn) de la Subrasante												
Parámetros Iniciales												
Confiabilidad (R)	90.0%											
Desviación Estándar (So)	0.45											
Po	4.3											
Pt	2.5											
Cambio de servivilidad	1.8											
Módulo Resiliente (psi)	6,000											
Ejes Equivalentes de Diseño ESAL s	14,571,181											
Z estadístico	-1.282											
											Calculo Residual	
Log(W18)	A term	Sn Límite inferior	Sn promedio	Sn Límite superior	Termino B	Termino C	Termino D	Termino E	Termino F	Termino G	Log W18*	Lon W18*- LongW18
7.163494758	-0.5767	1.000	5.500	10.000	7.61	-0.2	-0.176	0.466	8.765	-8.07	7.1497	-0.0138
7.163494758	-0.5767	5.500	7.750	10.000	8.82	-0.2	-0.176	0.414	8.765	-8.07	8.3106	1.1471
7.163494758	-0.5767	5.500	6.625	7.750	8.26	-0.2	-0.176	0.429	8.765	-8.07	7.7658	0.6023
7.163494758	-0.5767	5.500	6.063	6.625	7.95	-0.2	-0.176	0.443	8.765	-8.07	7.4673	0.3038
7.163494758	-0.5767	5.500	5.781	6.063	7.78	-0.2	-0.176	0.453	8.765	-8.07	7.3110	0.1475
7.163494758	-0.5767	5.500	5.641	5.781	7.70	-0.2	-0.176	0.459	8.765	-8.07	7.2309	0.0675
7.163494758	-0.5767	5.500	5.570	5.641	7.65	-0.2	-0.176	0.462	8.765	-8.07	7.1905	0.0270
7.163494758	-0.5767	5.500	5.535	5.570	7.63	-0.2	-0.176	0.464	8.765	-8.07	7.1701	0.0066
7.163494758	-0.5767	5.500	5.518	5.535	7.62	-0.2	-0.176	0.465	8.765	-8.07	7.1599	-0.0036
7.163494758	-0.5767	5.518	5.526	5.535	7.63	-0.2	-0.176	0.465	8.765	-8.07	7.1650	0.0015
7.163494758	-0.5767	5.518	5.522	5.526	7.62	-0.2	-0.176	0.465	8.765	-8.07	7.1624	-0.0010
7.163494758	-0.5767	5.522	5.524	5.526	7.62	-0.2	-0.176	0.465	8.765	-8.07	7.1637	0.0002
7.163494758	-0.5767	5.522	5.523	5.524	7.62	-0.2	-0.176	0.465	8.765	-8.07	7.1631	-0.0004
7.163494758	-0.5767	5.523	5.524	5.524	7.62	-0.2	-0.176	0.465	8.765	-8.07	7.1634	-0.0001
7.163494758	-0.5767	5.524	5.524	5.524	7.62	-0.2	-0.176	0.465	8.765	-8.07	7.1636	0.0001

Cálculo del Número Estructural (Sn) de la Sub base												
Parámetros Iniciales												
Confiabilidad (R)	90.0%											
Desviación Estándar (So)	0.45											
Po	4.3											
Pt	2.5											
Cambio de serviciivilidad	1.8											
Módulo Resiliente (psi)	15,000											
Ejes Equivalentes de Diseño ESAL s	14,571,181											
Z estadístico	-1.282											
											Calculo Residual	
Log(W18)	A term	Sn Límite inferior	Sn promedio	Sn Límite superior	Termino B	Termino C	Termino D	Termino E	Termino F	Termino G	Log W18*	Lon W18*-LongW18
7.163494758	-0.5767	1.000	5.500	10.000	7.61	-0.2	-0.176	0.466	9.689	-8.07	8.0729	0.9094
7.163494758	-0.5767	1.000	3.250	5.500	5.88	-0.2	-0.176	0.999	9.689	-8.07	6.5473	-0.6161
7.163494758	-0.5767	3.250	4.375	5.500	6.84	-0.2	-0.176	0.577	9.689	-8.07	7.3731	0.2096
7.163494758	-0.5767	3.250	3.813	4.375	6.39	-0.2	-0.176	0.714	9.689	-8.07	6.9823	-0.1812
7.163494758	-0.5767	3.813	4.094	4.375	6.62	-0.2	-0.176	0.634	9.689	-8.07	7.1820	0.0185
7.163494758	-0.5767	3.813	3.953	4.094	6.50	-0.2	-0.176	0.671	9.689	-8.07	7.0834	-0.0801
7.163494758	-0.5767	3.953	4.023	4.094	6.56	-0.2	-0.176	0.652	9.689	-8.07	7.1330	-0.0305
7.163494758	-0.5767	4.023	4.059	4.094	6.59	-0.2	-0.176	0.643	9.689	-8.07	7.1576	-0.0059
7.163494758	-0.5767	4.059	4.076	4.094	6.60	-0.2	-0.176	0.638	9.689	-8.07	7.1698	0.0063
7.163494758	-0.5767	4.059	4.067	4.076	6.60	-0.2	-0.176	0.641	9.689	-8.07	7.1637	0.0002
7.163494758	-0.5767	4.059	4.063	4.067	6.59	-0.2	-0.176	0.642	9.689	-8.07	7.1606	-0.0029
7.163494758	-0.5767	4.063	4.065	4.067	6.60	-0.2	-0.176	0.641	9.689	-8.07	7.1622	-0.0013
7.163494758	-0.5767	4.065	4.066	4.067	6.60	-0.2	-0.176	0.641	9.689	-8.07	7.1629	-0.0006
7.163494758	-0.5767	4.066	4.067	4.067	6.60	-0.2	-0.176	0.641	9.689	-8.07	7.1633	-0.0002
7.163494758	-0.5767	4.067	4.067	4.067	6.60	-0.2	-0.176	0.641	9.689	-8.07	7.1635	0.0000

Resultado:

Numero Estructural Calculado

Sn

4.067

Módulos Resiliente entre

8,000

20,000

psi

Cálculo del Número Estructural (Sn) de la Base estabilizada con Cemento												
Parámetros Iniciales		Resultado:										
		Numero Estructural Calculado										
		Sn		0.900								
Confiabilidad (R)	90.0%											
Desviación Estándar (So)	0.45											
Po	4.3											
Pt	2.5											
Cambio de serviciivilidad	1.8											
Módulo Resiliente (psi)	600,000											
Ejes Equivalentes de Diseño ESAL s	14,571,181											
Z estadístico	-1.282											
											Calculo Residual	
Log(W18)	A term	Sn Límite inferior	Sn promedio	Sn Límite superior	Termino B	Termino C	Termino D	Termino E	Termino F	Termino G	Log W18*	Lon W18*- LongW18
7.163494758	-0.5767	0.000	10.000	20.000	9.75	-0.2	-0.176	0.404	13.405	-8.07	13.8705	6.7070
7.163494758	-0.5767	0.000	5.000	10.000	7.28	-0.2	-0.176	0.500	13.405	-8.07	11.4900	4.3265
7.163494758	-0.5767	0.000	2.500	5.000	5.09	-0.2	-0.176	2.042	13.405	-8.07	9.5648	2.4013
7.163494758	-0.5767	0.000	1.250	2.500	3.30	-0.2	-0.176	16.663	13.405	-8.07	7.8445	0.6810
7.163494758	-0.5767	0.000	0.625	1.250	1.97	-0.2	-0.176	88.442	13.405	-8.07	6.5302	-0.6333
7.163494758	-0.5767	0.625	0.938	1.250	2.69	-0.2	-0.176	35.737	13.405	-8.07	7.2423	0.0788
7.163494758	-0.5767	0.625	0.781	0.938	2.35	-0.2	-0.176	55.071	13.405	-8.07	6.9022	-0.2613
7.163494758	-0.5767	0.781	0.859	0.938	2.52	-0.2	-0.176	44.152	13.405	-8.07	7.0759	-0.0876
7.163494758	-0.5767	0.859	0.898	0.938	2.61	-0.2	-0.176	39.677	13.405	-8.07	7.1600	-0.0035
7.163494758	-0.5767	0.898	0.918	0.938	2.65	-0.2	-0.176	37.645	13.405	-8.07	7.2013	0.0378
7.163494758	-0.5767	0.898	0.908	0.918	2.63	-0.2	-0.176	38.645	13.405	-8.07	7.1807	0.0172
7.163494758	-0.5767	0.898	0.903	0.908	2.62	-0.2	-0.176	39.157	13.405	-8.07	7.1703	0.0069
7.163494758	-0.5767	0.898	0.901	0.903	2.61	-0.2	-0.176	39.416	13.405	-8.07	7.1652	0.0017
7.163494758	-0.5767	0.898	0.900	0.901	2.61	-0.2	-0.176	39.546	13.405	-8.07	7.1626	-0.0009
7.163494758	-0.5767	0.900	0.900	0.901	2.61	-0.2	-0.176	39.481	13.405	-8.07	7.1639	0.0004

Determinación de Espesores de Pavimento Semirrígido								
Material	Módulo Resiliente (psi)	SN	a	m	Espesor de la Capa (in)	Espesor de la Capa (cm)	Espesor de la Capa Escogida (cm)	SN
Carpeta Asfáltica	400,000	---	0.41		2.20	5.58	13	---
Base Estabilizada con Cemento	600,000	0.90	0.15	0.8	26.39	67.03	42	2.10
Sub Base	15,000	4.07	0.108	0.8	16.86	42.83	43	4.08
Sub Rasante	6,000	5.52	---	---	infinito	infinito	infinito	5.55
						Espesor Total Pavimento	98	cm

Fuente: propia

Cálculo de Ejes Equivalentes duales de 8.2 toneladas						
Factor Carril	0.8					
Factor Dirección	0.5					
Periodo de Diseño (Años)	20					
Clase del Vehículo	TPDA	Índice de Crecimiento g (%)	Factor Camión	Factor de Crecimiento	ESALi	ESAL Diseño (carril de diseño)
Liviano	11472	2.49	0.01	25.52	1,068,550.3	427,420.1
T3-S2	2220	2.49	1.71	25.52	35,359,402.6	14,143,761.0
					36,427,952.9	14,571,181.2

Cálculo del Número Estructural (Sn) de la Subrasante												
Parámetros Iniciales												
Confiabilidad (R)	90,0%											
Desviación Estándar (So)	0,45											
Po	4,2											
Pt	2,5											
Cambio de servisivilidad	1,7											
Módulo Resiliente (psi)	6 000											
Ejes Equivalentes de Diseño ESAL s	14 571 181											
Z estadístico	-1,282											
											Calculo Residual	
Log(W18)	A term	Sn Límite inferior	Sn promedio	Sn Límite superior	Termino B	Termino C	Termino D	Termino E	Termino F	Termino G	Log W18*	Lon W18*-LongW18
7,163494758	-0,5767	1,000	5,500	10,000	7,61	-0,2	-0,201	0,466	8,765	-8,07	7,0964	-0,0671
7,163494758	-0,5767	5,500	7,750	10,000	8,82	-0,2	-0,201	0,414	8,765	-8,07	8,2507	1,0872
7,163494758	-0,5767	5,500	6,625	7,750	8,26	-0,2	-0,201	0,429	8,765	-8,07	7,7079	0,5444
7,163494758	-0,5767	5,500	6,063	6,625	7,95	-0,2	-0,201	0,443	8,765	-8,07	7,4113	0,2478
7,163494758	-0,5767	5,500	5,781	6,063	7,78	-0,2	-0,201	0,453	8,765	-8,07	7,2562	0,0927
7,163494758	-0,5767	5,500	5,641	5,781	7,70	-0,2	-0,201	0,459	8,765	-8,07	7,1769	0,0134
7,163494758	-0,5767	5,500	5,570	5,641	7,65	-0,2	-0,201	0,462	8,765	-8,07	7,1368	-0,0267
7,163494758	-0,5767	5,570	5,605	5,641	7,67	-0,2	-0,201	0,461	8,765	-8,07	7,1569	-0,0066
7,163494758	-0,5767	5,605	5,623	5,641	7,69	-0,2	-0,201	0,460	8,765	-8,07	7,1669	0,0034
7,163494758	-0,5767	5,605	5,614	5,623	7,68	-0,2	-0,201	0,460	8,765	-8,07	7,1619	-0,0016
7,163494758	-0,5767	5,614	5,619	5,623	7,68	-0,2	-0,201	0,460	8,765	-8,07	7,1644	0,0009
7,163494758	-0,5767	5,614	5,616	5,619	7,68	-0,2	-0,201	0,460	8,765	-8,07	7,1631	-0,0004
7,163494758	-0,5767	5,616	5,618	5,619	7,68	-0,2	-0,201	0,460	8,765	-8,07	7,1638	0,0003
7,163494758	-0,5767	5,616	5,617	5,618	7,68	-0,2	-0,201	0,460	8,765	-8,07	7,1634	0,0000
7,163494758	-0,5767	5,617	5,617	5,618	7,68	-0,2	-0,201	0,460	8,765	-8,07	7,1636	0,0001

Cálculo del Número Estructural (Sn) de la Sub base												
Parámetros Iniciales												
Confiabilidad (R)	90,0%	Resultado o:										
Desviación Estándar (So)	0,45	Numero Estructural Calculado										
Po	4,2	Sn4,124										
Pt	2,5											
Cambio de servisivilidad	1,7	Módulos Resiliente entre8 00020 000psi										
Modulo Resiliente (psi)	15 000											
Ejes Equivalentes de Diseño ESAL s	14 571 181											
Z estadístico	-1,282											
											Calculo Residual	
Log(W18)	A term	Sn Límite inferior	Sn promedio	Sn Límite superior	Termin o B	Termin o C	Termin o D	Termin o E	Termin o F	Termin o G	Log W18*	Lon W18* -LongW18
7,163494758	-0,5767	1,000	5,500	10,000	7,61	-0,2	-0,201	0,466	9,689	-8,07	8,0196	0,8561
7,163494758	-0,5767	1,000	3,250	5,500	5,88	-0,2	-0,201	0,999	9,689	-8,07	6,5225	-0,6410
7,163494758	-0,5767	3,250	4,375	5,500	6,84	-0,2	-0,201	0,577	9,689	-8,07	7,3301	0,1666
7,163494758	-0,5767	3,250	3,813	4,375	6,39	-0,2	-0,201	0,714	9,689	-8,07	6,9476	-0,2159
7,163494758	-0,5767	3,813	4,094	4,375	6,62	-0,2	-0,201	0,634	9,689	-8,07	7,1429	-0,0206
7,163494758	-0,5767	4,094	4,234	4,375	6,73	-0,2	-0,201	0,603	9,689	-8,07	7,2374	0,0739
7,163494758	-0,5767	4,094	4,164	4,234	6,67	-0,2	-0,201	0,618	9,689	-8,07	7,1904	0,0269
7,163494758	-0,5767	4,094	4,129	4,164	6,65	-0,2	-0,201	0,626	9,689	-8,07	7,1667	0,0032
7,163494758	-0,5767	4,094	4,111	4,129	6,63	-0,2	-0,201	0,630	9,689	-8,07	7,1548	-0,0087
7,163494758	-0,5767	4,111	4,120	4,129	6,64	-0,2	-0,201	0,628	9,689	-8,07	7,1607	-0,0028
7,163494758	-0,5767	4,120	4,125	4,129	6,64	-0,2	-0,201	0,627	9,689	-8,07	7,1637	0,0002
7,163494758	-0,5767	4,120	4,122	4,125	6,64	-0,2	-0,201	0,627	9,689	-8,07	7,1622	-0,0013
7,163494758	-0,5767	4,122	4,123	4,125	6,64	-0,2	-0,201	0,627	9,689	-8,07	7,1630	-0,0005
7,163494758	-0,5767	4,123	4,124	4,125	6,64	-0,2	-0,201	0,627	9,689	-8,07	7,1633	-0,0002
7,163494758	-0,5767	4,124	4,124	4,125	6,64	-0,2	-0,201	0,627	9,689	-8,07	7,1635	0,0000
Cálculo del Número Estructural (Sn) de la Base Granular												
Parámetros Iniciales		Resultado:										
		Numero Estructural Calculado										
		Sn3,265										
Confiabilidad (R)	90,0%											
Desviación Estándar (So)	0,45											
Po	4,2											
Pt	2,5											
Cambio de servisivilidad	1,7	Módulos Resiliente entre18 00035 000psi										
Modulo Resiliente (psi)	28 000											
Ejes Equivalentes de Diseño ESAL s	14 571 181											
Z estadístico	-1,282											
											Calculo Residual	
Log(W18)	A term	Sn Límite inferior	Sn promedio	Sn Límite superior	Termin o B	Termin o C	Termin o D	Termin o E	Termin o F	Termin o G	Log W18*	Lon W18* -LongW18
7,163494758	-0,5767	1,000	10,500	20,000	9,93	-0,2	-0,201	0,403	10,317	-8,07	10,9008	3,7373
7,163494758	-0,5767	1,000	5,750	10,500	7,76	-0,2	-0,201	0,454	10,317	-8,07	8,7908	1,6273
7,163494758	-0,5767	1,000	3,375	5,750	6,00	-0,2	-0,201	0,916	10,317	-8,07	7,2508	0,0873
7,163494758	-0,5767	1,000	2,188	3,375	4,71	-0,2	-0,201	3,068	10,317	-8,07	6,1175	-1,0460
7,163494758	-0,5767	2,188	2,781	3,375	5,41	-0,2	-0,201	1,499	10,317	-8,07	6,7434	-0,4201
7,163494758	-0,5767	2,781	3,078	3,375	5,71	-0,2	-0,201	1,143	10,317	-8,07	7,0088	-0,1547
7,163494758	-0,5767	3,078	3,227	3,375	5,86	-0,2	-0,201	1,017	10,317	-8,07	7,1324	-0,0311
7,163494758	-0,5767	3,227	3,301	3,375	5,93	-0,2	-0,201	0,964	10,317	-8,07	7,1922	0,0287
7,163494758	-0,5767	3,227	3,264	3,301	5,89	-0,2	-0,201	0,989	10,317	-8,07	7,1624	-0,0011
7,163494758	-0,5767	3,264	3,282	3,301	5,91	-0,2	-0,201	0,976	10,317	-8,07	7,1773	0,0139
7,163494758	-0,5767	3,264	3,273	3,282	5,90	-0,2	-0,201	0,983	10,317	-8,07	7,1699	0,0064
7,163494758	-0,5767	3,264	3,268	3,273	5,90	-0,2	-0,201	0,986	10,317	-8,07	7,1662	0,0027
7,163494758	-0,5767	3,264	3,266	3,268	5,90	-0,2	-0,201	0,988	10,317	-8,07	7,1643	0,0008
7,163494758	-0,5767	3,264	3,265	3,266	5,90	-0,2	-0,201	0,989	10,317	-8,07	7,1634	-0,0001
7,163494758	-0,5767	3,265	3,265	3,266	5,90	-0,2	-0,201	0,988	10,317	-8,07	7,1638	0,0003

Determinación de Espesores de Pavimento Flexible									
Material	Modulo Resiliente (psi)	SN	a	m	Espesor de la Capa (in)	Espesor de la Capa (cm)	Espesor de la Capa Escogida (cm)	SN	
Carpeta Asfáltica	400 000	---	0,41		7,96	20,23	21	---	
Base Granular	28 000	3,27	0,13	0,8	8,26	20,98	20	3,39	
Sub Base	15 000	4,12	0,108	0,8	17,28	43,89	42	4,21	
Sub Rasante	6 000	5,62	---	---	infinito	infinito	infinito	5,64	
							Espesor Total Pavimento	83	cm

Fuente: propia

Cálculo de Ejes Equivalentes duales de 8.2 toneladas							
Factor Carril		1					
Factor Dirección		0.5					
Periodo de Diseño (Años)		20					
Clase del Vehículo	Descripción	TPDA	Índice de Crecimiento g (%)	Factor Camión	Factor de Crecimiento	ESALi	ESAL Diseño
Bus		220	2.45	1.71	25.42	3,490,013.4	1,745,006.7
						3,490,013.4	1,745,006.7

Determinación de Módulo de reacción de la Subrasante efectivo:

Para determinar el Módulo de reacción de la Subrasante se considera: que no existe estrato rígido, que la losa de concreto hidráulico está apoyada sobre 20 cm de material granular tipo subbase con un módulo de rigidez de 15 000 psi. De lo anterior se obtiene un módulo efectivo de reacción de la subrasante de 375 pci (101 737.5 kN/m³).

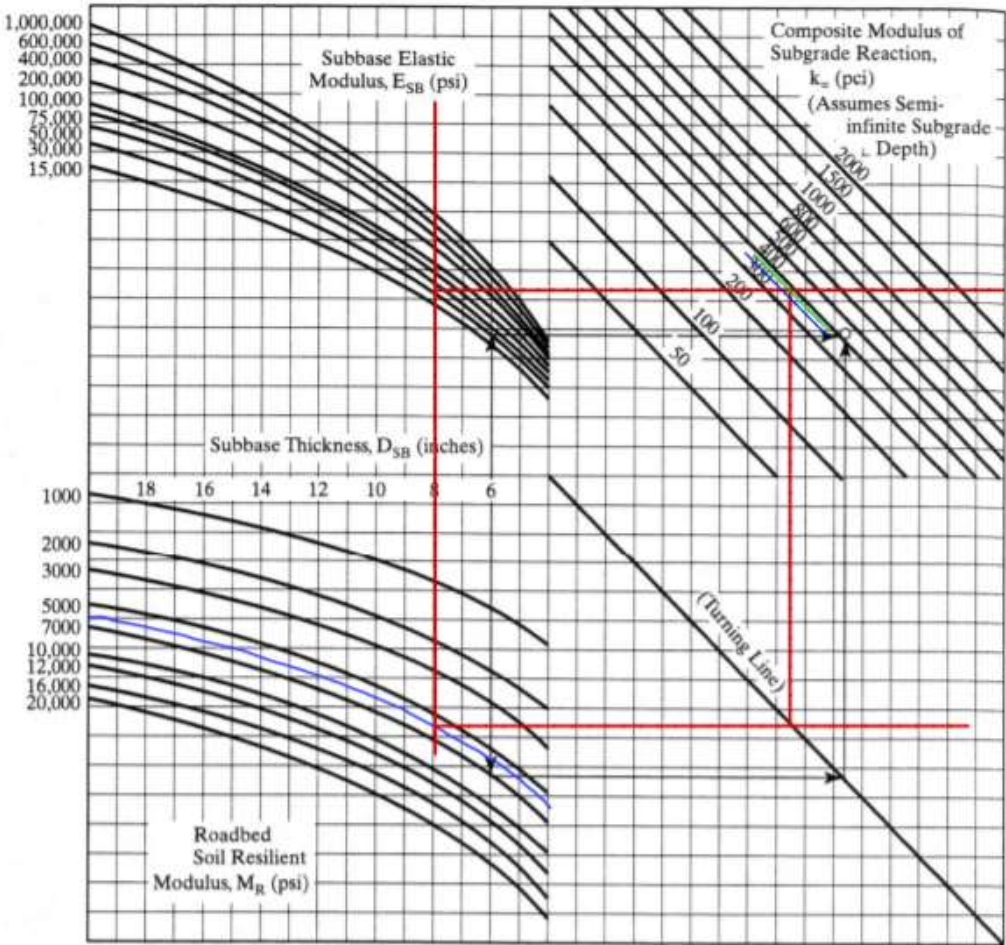


FIGURE 12.18
Chart for estimating modulus of subgrade reaction (1 in. = 25.4 mm, 1 psi = 6.9 kPa, 1 pci = 271.3 kN/m³). (From the *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*. Copyright 1986. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, DC. Used by permission.)

Determinación de Módulo de reacción de la Subrasante corregido por perdida potencial de soporte:

Para determinar el Módulo de reacción de la Subrasante corregido se considera que el material granular tiene una pérdida de soporte (LS) de 2 por lo que del siguiente gráfico se tiene un módulo de reacción corregido de 35 pci.

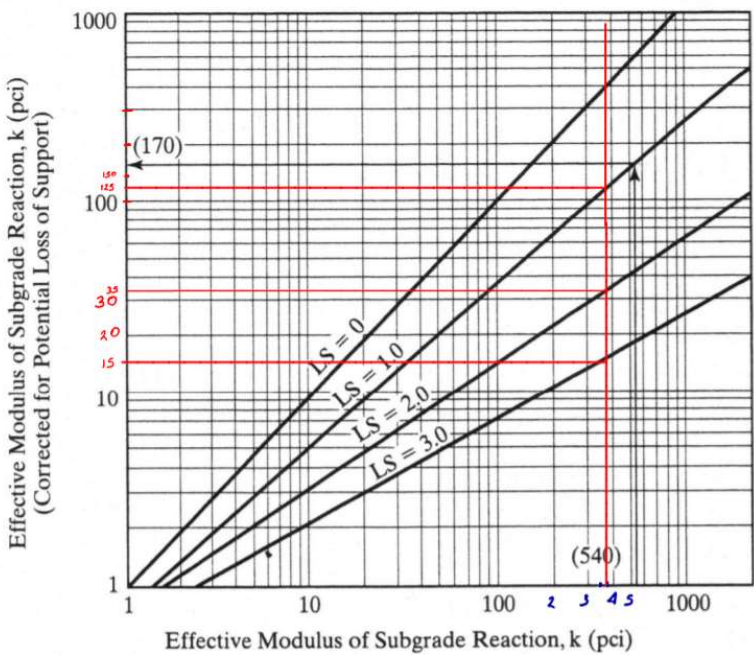


FIGURE 12.21
Correction of effective modulus of subgrade reaction due to loss of foundation contact (1 pci = 271.3 kN/m³). (After McCullough and Elkins (1979).)

Cálculo del espesor de la Losa de concreto hidráulico												
Resultado												
:												
Parámetros Iniciales												
Confiabilidad (R)	90.0%											
Desviación Estándar (So)	0.35											
Resistencia a compresión del concreto (fc), kg	350											
Resistencia a compresión del concreto (fc), kg	4968											
Po	4.5											
Pt	2.5											
Cambio de servivilidad	2											
k (pci)	35											
Ejes Equivalentes de Diseño ESAL s	1,745,007											
Módulos de ruptura Sc (psi)	650											
Coefficiente drenaje (Cd)	0.9											
Coefficiente transferencia (J)	3.2											
Modulo elasticidad del concreto (Ec) psi	4,017,482											
Z estadístico	-1.282											
											Calculo Residual	
Log(W18)	Termino A	D Límite inferior	D prom.	D Límite superior	Termino B	Termino C	Termino D	Termino E	Termino F	Termino G	Log W18*	Lon W18*-LongW18
6.241797096	-0.4485	7.000	8.500	10.000	7.19	-0.06	-0.176	1.087	3.420	-0.08627838	6.2206	-0.0212
6.241797096	-0.4485	8.500	9.250	10.000	7.43	-0.06	-0.176	1.046	3.420	-0.0851572	6.4606	0.2188
6.241797096	-0.4485	8.500	8.875	9.250	7.31	-0.06	-0.176	1.063	3.420	-0.08569241	6.3425	0.1007
6.241797096	-0.4485	8.500	8.688	8.875	7.25	-0.06	-0.176	1.074	3.420	-0.08597859	6.2821	0.0403
6.241797096	-0.4485	8.500	8.594	8.688	7.22	-0.06	-0.176	1.080	3.420	-0.08612673	6.2515	0.0097
6.241797096	-0.4485	8.500	8.547	8.594	7.20	-0.06	-0.176	1.083	3.420	-0.0862021	6.2361	-0.0057
6.241797096	-0.4485	8.547	8.570	8.594	7.21	-0.06	-0.176	1.082	3.420	-0.0861643	6.2438	0.0020
6.241797096	-0.4485	8.547	8.559	8.570	7.21	-0.06	-0.176	1.082	3.420	-0.08618318	6.2399	-0.0019
6.241797096	-0.4485	8.559	8.564	8.570	7.21	-0.06	-0.176	1.082	3.420	-0.08617373	6.2419	0.0001
6.241797096	-0.4485	8.559	8.562	8.564	7.21	-0.06	-0.176	1.082	3.420	-0.08617845	6.2409	-0.0009
6.241797096	-0.4485	8.562	8.563	8.564	7.21	-0.06	-0.176	1.082	3.420	-0.08617609	6.2414	-0.0004
6.241797096	-0.4485	8.563	8.564	8.564	7.21	-0.06	-0.176	1.082	3.420	-0.08617491	6.2416	-0.0002
6.241797096	-0.4485	8.564	8.564	8.564	7.21	-0.06	-0.176	1.082	3.420	-0.08617432	6.2417	-0.0001
6.241797096	-0.4485	8.564	8.564	8.564	7.21	-0.06	-0.176	1.082	3.420	-0.08617403	6.2418	0.0000
6.241797096	-0.4485	8.564	8.564	8.564	7.21	-0.06	-0.176	1.082	3.420	-0.08617418	6.2418	0.0000

Fuente: propia

Anexo 15: Anchos de mínimos de hombros y aceras

Tipo de Carretera		Acceso	Tipo de Superficie	Ancho de Hombros (m)		Ancho de Aceras (m)
				Internos	Externos	
AA	Autopista	Controlado	Alto	1.0 – 1.5	2.5 – 3.0	
AR	Arterial Rural	Controlado	Alto	1.0 - 1.5	2.5 – 3.0	2.0
AU	Arterial Urbana	Controlado	Alto	1.0 - 1.5	2.5 – 3.0	2.0
AMR	Arterial Menor Rural	-	Alto	-	1.2 - 1.6	1.0 – 1.2
AMU	Arterial Menor Urbana	-	Alto	-	1.2 - 1.6	1.0 – 1.2
CMR	Colector Mayor Rural	Controlado	Alto	1.0 -1.5	2.5 – 3.0	1.2 – 2.0
CMU	Colector Mayor Urbana	-	Alto	0.5 – 1.0*	1.2 - 1.8	1.2 – 1.5
CR	Colectoras Menor Rural	-	Intermedio	-	1.2 - 1.6	1.0 – 1.2
CS	Colectoras Menor Urbana	-	Intermedio	-	1.2 – 1.6	1.0 – 1.2
LR	Local Rural	-	Intermedio	-	0.75-1.6	1.0 – 1.2
LU	Local Urbano	-	Intermedio	-	0.75-1.6	1.0 – 1.2
R	Rural	-	Bajo	-	-	-

* Solamente con mediana

Fuente: (SIECA, 2011)

Anexo 16: Ancho recomendables de Medianas

Tipo	Clasificación	Ancho de Mediana (m)
AA	Autopista	12 o mas
AR y AU	Arterial Rural y Arterial Urbana	4 – 12
CMR Y CMU	Colector Mayor Rural y Colector Mayor Urbana	2 – 6
AMR Y AMU	Arterial Menor Rural y Arterial Menor Urbana	Sin mediana
CR, CS	Colectoras Menor Rural y Colectora Menor Urbana	Sin mediana

Fuente: (SIECA, 2011)

Anexo 17: Rutas de buses existentes al 22 de enero del 2021 que llegarían a la “Terminal San Ramón”

Código Ruta	Nombre Ruta	Nombre Fraccionamiento	Km por Viaje (Promedio)	Tarifa Regular (¢)	Tarifa Adulto Mayor (¢)	Operadores
271	SAN RAMON-PALMARES-SAN MIGUEL-NARANJO Y VICEVERSA	SAN RAMON-NARANJO x PISTA	19.5	590	0	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
271	SAN RAMON-PALMARES-SAN MIGUEL-NARANJO Y VICEVERSA	SAN RAMON-NARANJO x CARRETERA VIEJA	22.8	590	0	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
271	SAN RAMON-PALMARES-SAN MIGUEL-NARANJO Y VICEVERSA	SAN RAMON-BAJO CORRALES	19	540	0	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
271	SAN RAMON-PALMARES-SAN MIGUEL-NARANJO Y VICEVERSA	SAN RAMON-CONCEPCION	16.8	475	0	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
271	SAN RAMON-PALMARES-SAN MIGUEL-NARANJO Y VICEVERSA	SAN RAMON-CRUCES PALMITOS	13.4	430	0	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
271	SAN RAMON-PALMARES-SAN MIGUEL-NARANJO Y VICEVERSA	SAN RAMON-BUENOS AIRES	11.4	355	0	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
271	SAN RAMON-PALMARES-SAN MIGUEL-NARANJO Y VICEVERSA	SAN RAMON-PALMARES x CARRETERA VIEJA	8.7	355	0	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
271	SAN RAMON-PALMARES-SAN MIGUEL-NARANJO Y VICEVERSA	SAN RAMON-PALMARES x PISTA	8.85	355	0	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
272	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS-LOS ANGELES DE LA FORTUNA CON EXTENSION CHACHAGUA DE LA FORTUNA Y VICEVERSA	SAN RAMON-LA FORTUNA DE SAN CARLOS	77	2370	1780	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
272	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS-LOS ANGELES DE LA FORTUNA CON EXTENSION CHACHAGUA DE LA FORTUNA Y VICEVERSA	SAN RAMON-EL BOSQUE	70	2280	1710	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
272	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS-LOS ANGELES DE LA FORTUNA CON EXTENSION CHACHAGUA DE LA FORTUNA Y VICEVERSA	SAN RAMON-SAN FRANCISCO	67	2205	1655	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
272	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS-LOS ANGELES DE LA FORTUNA CON EXTENSION CHACHAGUA DE LA FORTUNA Y VICEVERSA	SAN RAMON-EL ABANICO	65	2120	1590	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
272	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS-LOS ANGELES DE LA FORTUNA CON EXTENSION CHACHAGUA DE LA FORTUNA Y VICEVERSA	SAN RAMON-CHACHAGUA	62	1985	1490	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
272	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS-LOS ANGELES DE LA FORTUNA CON EXTENSION CHACHAGUA DE LA FORTUNA Y VICEVERSA	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS	57	1750	1315	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
272	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS-LOS ANGELES DE LA FORTUNA CON EXTENSION CHACHAGUA DE LA FORTUNA Y VICEVERSA	SAN RAMON-LA TIGRA	51	1410	1060	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
272	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS-LOS ANGELES DE LA FORTUNA CON EXTENSION CHACHAGUA DE LA FORTUNA Y VICEVERSA	SAN RAMON-LOS CRIQUES	48	1310	655	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
272	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS-LOS ANGELES DE LA FORTUNA CON EXTENSION CHACHAGUA DE LA FORTUNA Y VICEVERSA	SAN RAMON-VALLE AZUL	45	1215	610	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.

Código Ruta	Nombre Ruta	Nombre Fraccionamiento	Km por Viaje (Promedio)	Tarifa Regular (€)	Tarifa Adulto Mayor (€)	Operadores
272	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS-LOS ANGELES DE LA FORTUNA CON EXTENSION CHACHAGUA DE LA FORTUNA Y VICEVERSA	SAN RAMON-BAJO LOS RODRIGUEZ	40	1000	500	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
272	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS-LOS ANGELES DE LA FORTUNA CON EXTENSION CHACHAGUA DE LA FORTUNA Y VICEVERSA	SAN RAMON-BAJO CORDOBA	34	960	480	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
272	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS-LOS ANGELES DE LA FORTUNA CON EXTENSION CHACHAGUA DE LA FORTUNA Y VICEVERSA	SAN RAMON-LOS LAGOS	29	845	425	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
272	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS-LOS ANGELES DE LA FORTUNA CON EXTENSION CHACHAGUA DE LA FORTUNA Y VICEVERSA	SAN RAMON-LA Balsa	14	480	0	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
272	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS-LOS ANGELES DE LA FORTUNA CON EXTENSION CHACHAGUA DE LA FORTUNA Y VICEVERSA	SAN RAMON-LOS ANGELES DE SAN RAMON	9	275	0	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
272	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS-LOS ANGELES DE LA FORTUNA CON EXTENSION CHACHAGUA DE LA FORTUNA Y VICEVERSA	SAN RAMON-LOS ANGELES DE LA FORTUNA	71	1355	1015	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
272	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS-LOS ANGELES DE LA FORTUNA CON EXTENSION CHACHAGUA DE LA FORTUNA Y VICEVERSA	SAN RAMON-LA CRUZ	65	1240	930	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
272	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS-LOS ANGELES DE LA FORTUNA CON EXTENSION CHACHAGUA DE LA FORTUNA Y VICEVERSA	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS	57	1095	820	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
272	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS-LOS ANGELES DE LA FORTUNA CON EXTENSION CHACHAGUA DE LA FORTUNA Y VICEVERSA	SAN RAMON-LA TIGRA	51	880	660	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
272	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS-LOS ANGELES DE LA FORTUNA CON EXTENSION CHACHAGUA DE LA FORTUNA Y VICEVERSA	SAN RAMON-LOS CRIQUES	48	815	410	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
272	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS-LOS ANGELES DE LA FORTUNA CON EXTENSION CHACHAGUA DE LA FORTUNA Y VICEVERSA	SAN RAMON-VALLE AZUL	45	760	380	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
272	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS-LOS ANGELES DE LA FORTUNA CON EXTENSION CHACHAGUA DE LA FORTUNA Y VICEVERSA	SAN RAMON-BAJO LOS RODRIGUEZ	40	625	315	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
272	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS-LOS ANGELES DE LA FORTUNA CON EXTENSION CHACHAGUA DE LA FORTUNA Y VICEVERSA	SAN RAMON-BAJO CORDOBA	34	610	305	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
272	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS-LOS ANGELES DE LA FORTUNA	SAN RAMON-LOS LAGOS	29	520	260	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.

Código Ruta	Nombre Ruta	Nombre Fraccionamiento	Km por Viaje (Promedio)	Tarifa Regular (€)	Tarifa Adulto Mayor (€)	Operadores
	CON EXTENSION CHACHAGUA DE LA FORTUNA Y VICEVERSA					
272	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS-LOS ANGELES DE LA FORTUNA CON EXTENSION CHACHAGUA DE LA FORTUNA Y VICEVERSA	SAN RAMON-LA Balsa	14	290	0	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
272	SAN RAMON-SAN ISIDRO DE PEÑAS BLANCAS-LOS ANGELES DE LA FORTUNA CON EXTENSION CHACHAGUA DE LA FORTUNA Y VICEVERSA	SAN RAMON-LOS ANGELES DE SAN RAMON	9	165	0	COMPAÑIA CARBACHEZ E HIJOS, E.I.R.L.
1225	SAN RAMON-PIEDES NORTE-LA PAZ	SAN RAMON-LA PAZ	14.72	340	0	AUTOTRANSPORTES ODILIO GUTIERREZ S.A.
1225	SAN RAMON-PIEDES NORTE-LA PAZ	SAN RAMON-BAJO ZUÑIGA	9.23	260	0	AUTOTRANSPORTES ODILIO GUTIERREZ S.A.
1225	SAN RAMON-PIEDES NORTE-LA PAZ	SAN RAMON-LOS ROJAS	12.6	260	0	AUTOTRANSPORTES ODILIO GUTIERREZ S.A.
1225	SAN RAMON-PIEDES NORTE-LA PAZ	SAN RAMON-PIEDES NORTE	9.78	260	0	AUTOTRANSPORTES ODILIO GUTIERREZ S.A.
1225	SAN RAMON-PIEDES NORTE-LA PAZ	SAN RAMON-LA ESPERANZA	6.56	165	0	AUTOTRANSPORTES ODILIO GUTIERREZ S.A.
1225	SAN RAMON-PIEDES NORTE-LA PAZ	SAN RAMON-BOLIVAR	3.84	165	0	AUTOTRANSPORTES ODILIO GUTIERREZ S.A.
1246	SAN RAMON-CALLE ANGELES-SAN JUAN	SAN RAMON-CALLE ANGELES-SAN JUAN	2.865	210	0	HENRY SUAREZ SANCHEZ
294	SAN RAMON-LOS ANGELES-LA Balsa	SAN RAMON-LA Balsa	13.3	625	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	SAN RAMON-LOS ANGELES-LA Balsa	SAN RAMON-ALTO LA Balsa	11	510	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	SAN RAMON-LOS ANGELES-LA Balsa	SAN RAMON-LOS ANGELES NORTE	9.25	440	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	SAN RAMON-LOS ANGELES-LA Balsa	SAN RAMON-LOS ANGELES SUR	6.68	315	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	SAN RAMON-LOS ANGELES-LA Balsa	SAN RAMON-CALLE ANGELES-ALTO LA LIDIA	3.15	245	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	SAN RAMON-PIEDES SUR	SAN RAMON-PIEDES SUR	11	510	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	SAN RAMON-PIEDES SUR	SAN RAMON-SAN MIGUEL	8.3	380	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	SAN RAMON-PIEDES SUR	SAN RAMON-BARRANCA	6.2	295	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	SAN RAMON-PIEDES SUR	SAN RAMON-CRUCE BOLIVAR	9	245	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	SAN RAMON-PIEDES SUR	SAN RAMON-CRUCE CATARATAS	4	245	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	SAN RAMON-PIEDES SUR	SAN RAMON-SAN PEDRO	2.1	245	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	SAN RAMON-PIEDES SUR	EXT SAN RAMON-POTRERILLOS-EL SALVADOR	16.53	795	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	SAN RAMON-PIEDES SUR	EXT SAN RAMON-LA GUARIA	13.83	645	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	SAN RAMON-PIEDES SUR	EXT SAN RAMON-CATARATAS-BALNEARIO LAS MUSAS	6.3	300	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	SAN RAMON-PIEDES SUR	EXT SAN RAMON-BOLIVAR	11.2	315	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	SAN RAMON-SAN JUAN-CONCEPCION	SAN RAMON-CRUCE LAS BRUMAS	8.47	390	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	SAN RAMON-SAN JUAN-CONCEPCION	SAN RAMON-CONCEPCION CENTRO	6.78	325	0	CORPORACION CETOSA, S.A.

Código Ruta	Nombre Ruta	Nombre Fraccionamiento	Km por Viaje (Promedio)	Tarifa Regular (€)	Tarifa Adulto Mayor (€)	Operadores
294	SAN RAMON-SAN JUAN-CONCEPCION	SAN RAMON-CHAPARRAL	5.2	255	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	SAN RAMON URBANO-PERIFERICA	2.9	245	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	SAN RAMON URBANO-COPAN-EL PORO	1.8	245	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	SAN RAMON-PIEDESUR	11	510	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	SAN RAMON-SAN MIGUEL	8.3	380	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	SAN RAMON-BARRANCA	6.2	295	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	SAN RAMON-CRUCES BOLIVAR	9	245	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO –	SAN RAMON-CRUCES CATARATAS	4	245	0	CORPORACION CETOSA, S.A.

Código Ruta	Nombre Ruta	Nombre Fraccionamiento	Km por Viaje (Promedio)	Tarifa Regular (€)	Tarifa Adulto Mayor (€)	Operadores
	BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA					
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	SAN RAMON-SAN PEDRO	2.1	245	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	EXT SAN RAMON-POTRERILLOS-EL SALVADOR	16.53	795	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	EXT SAN RAMON-LA GUARIA	13.83	645	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	EXT SAN RAMON-CATARATAS-BALNEARIO LAS MUSAS	6.3	300	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	EXT SAN RAMON-BOLIVAR	11.2	315	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	SAN RAMON-OROZCO-CALLE ZAMORA	6.32	300	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL	SAN RAMON-BENEFICIO	3.2	245	0	CORPORACION CETOSA, S.A.

Código Ruta	Nombre Ruta	Nombre Fraccionamiento	Km por Viaje (Promedio)	Tarifa Regular (€)	Tarifa Adulto Mayor (€)	Operadores
	CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA					
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	SAN RAMON-LA BALSA	13.3	625	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	SAN RAMON-ALTO LA BALSA	11	510	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	SAN RAMON-LOS ANGELES NORTE	9.25	440	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	SAN RAMON-LOS ANGELES SUR	6.68	315	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	SAN RAMON-CALLE ANGELES-ALTO LA LIDIA	3.15	245	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	SAN RAMON-CALLE VALVERDE ABAJO	6.2	295	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO –	SAN RAMON-CALLE VALVERDE ARRIBA	4.5	245	0	CORPORACION CETOSA, S.A.

Código Ruta	Nombre Ruta	Nombre Fraccionamiento	Km por Viaje (Promedio)	Tarifa Regular (€)	Tarifa Adulto Mayor (€)	Operadores
	URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA					
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	SAN RAMON-PULPERIA "EL ALFOLI"	3	245	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	SAN RAMON-SAN PEDRO	2.2	245	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	SAN RAMON-SAN ISIDRO EXT CALLE RAMIREZ (MICROBUSES)	7.02	335	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	SAN RAMON-RINCON DE MORA	6.92	330	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	SAN RAMON-RINCON DE SALAS	6.1	290	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	SAN RAMON-SAN RAFAEL	4.64	245	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	SAN RAMON-LA UNION	2.27	245	0	CORPORACION CETOSA, S.A.

Código Ruta	Nombre Ruta	Nombre Fraccionamiento	Km por Viaje (Promedio)	Tarifa Regular (¢)	Tarifa Adulto Mayor (¢)	Operadores
	PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA					
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	SAN RAMON-CRUCE LAS BRUMAS	8.47	390	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	SAN RAMON-CONCEPCION CENTRO	6.78	325	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO DE SAN RAMON: URBANIZACION EL PORO – TRES MARIAS – LA LIBERTAD – LOS PINOS Y VICEVERSA; Y LA PERIFERICA: SAN RAMON CENTRO – URBANIZACION LOS PARQUES – EL CEMENTERIO – BARRIO EL PROGRESO – BARRIO LA LADRILLERA – HOSPITAL – LA SABANA – EL CENTRO Y VICEVERSA	SAN RAMON-CHAPARRAL	5.2	255	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO SAN RAMON-CASCO CENTRAL EXT COPAN-EL PORO	SAN RAMON URBANO-PERIFERICA	2.9	245	0	CORPORACION CETOSA, S.A.
294	URBANO SAN RAMON-CASCO CENTRAL EXT COPAN-EL PORO	SAN RAMON URBANO-COPAN-EL PORO	1.8	245	0	CORPORACION CETOSA, S.A.

Fuente: (Aresep, 2021)

Anexo 18: Tablas de diseño de Carriles de Aceleración y desaceleración.

Longitud de Aceleración, La, en metros Para la Velocidad de Diseño (km/h) de la Curva de Entrada									
Velocidad de Diseño de la Carretera, en km/h	Velocidad de Incorporación a la Carretera, en km/h Va	0	20	30	40	50	60	70	80
		Velocidad en Inicio de Carril de Aceleración, V'a km/h							
		0	20	28	35	42	51	63	70
50	37	60	50	30	-	-	-	-	-
60	45	95	80	65	45	-	-	-	-
70	53	150	130	110	90	65	-	-	-
80	60	200	180	165	145	115	65	-	-
90	67	260	245	225	205	175	125	35	-
100	74	345	325	305	285	255	205	110	40
110	81	430	410	390	370	340	290	200	125
NOTA: SE RECOMIENDA TRANSICIÓN UNIFORME DE 50:1 A 70:1 SI LA LONGITUD DE ACELERACIÓN EXCEDE 400 m									

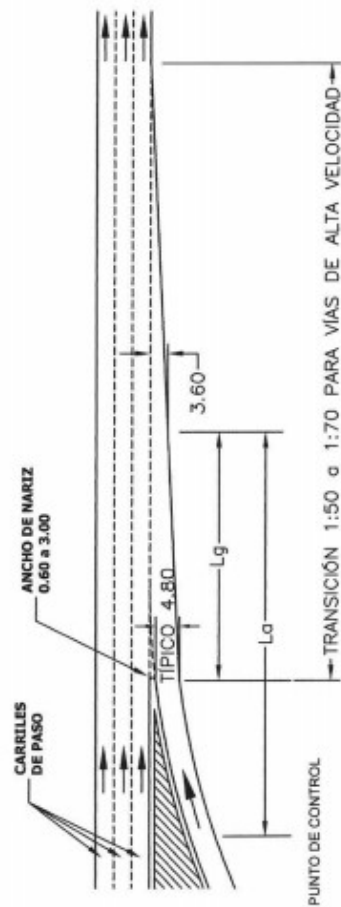
Fuente: AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 2004, pp. 847

Velocidad de Diseño de la CarreteraKPH	Relación de la Longitud en Pendiente a la Longitud a Nivel para la Velocidad de Diseño de la Curva de la Rampa de Giro de Entrada a la Carretera, en Km/h (Cuadro 6.5)
--	--

	40	50	60	70	80	Todas las Velocidades
+3 a +4 % pendiente			-3 a -4 %			
60	1.3	1.4	1.4	-	-	0.70
70	1.3	1.4	1.4	1.5	-	0.65
80	1.4	1.5	1.5	1.5	1.6	0.65
90	1.4	1.5	1.5	1.5	1.6	0.60
100	1.5	1.6	1.7	1.7	1.8	0.60
110	1.5	1.6	1.7	1.7	1.8	0.60
+5 a +6 % pendiente			-5 a -6 %			
60	1.5	1.5	-	-	-	0.60
70	1.5	1.6	1.7	-	-	0.60
80	1.5	1.7	1.9	1.8	-	0.55
90	1.6	1.8	2.0	2.1	2.2	0.55
100	1.7	1.9	2.2	2.4	2.5	0.50
110	2.0	2.2	2.6	2.8	3.0	0.50

Fuente: AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 2004, pp. 848
Los factores de este cuadro se multiplican por las distancias del cuadro 6.5, para obtener la longitud horizontal del carril de aceleración.

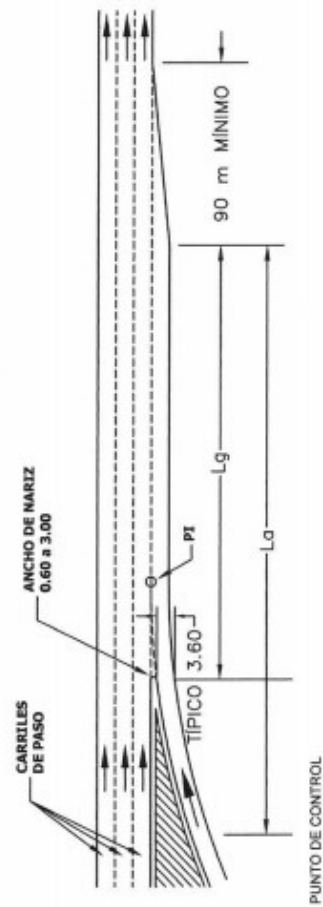
Cuadro 6.6. Ajustes de la Longitud del Carril de Aceleración,
en función de la Pendiente Longitudinal



1. DISEÑO CON TRANSICIÓN

NOTAS:

1. L_g ES LA LONGITUD DE ACCELERACIÓN REQUERIDA, SEGÚN CUADRO 6.5 Y SUS AJUSTES INDICADOS EN CUADRO 6.6.
2. EL PUNTO DE CONTROL ES LA VELOCIDAD DE SEGURIDAD EN LA RAMPA, A CONDICIÓN QUE EL RADIO DE CURVATURA SEA IGUAL O MAYOR QUE 300 m.
3. L_g debe tener entre 90 y 150 m.
4. SE PROPONE UTILIZAR LA DISTANCIA L_g O L_g , DEPENDIENDO DE LA QUE SEA MAYOR, A PARTIR DEL PUNTO DONDE EL ANCHO DE LA NARIZ SEA IGUAL A 0.60 m.
5. TODAS LAS COTAS ESTÁN DADAS EN METROS.



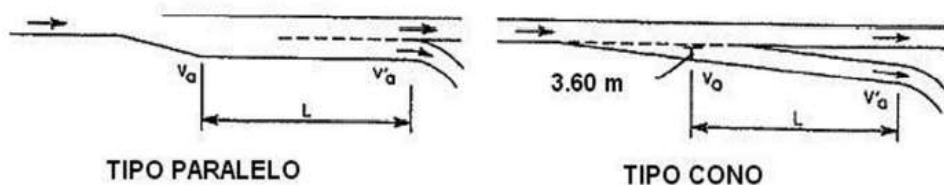
2. DISEÑO CON CARRIL PARALELO

FIGURA 6.10. ENTRADAS TÍPICAS DE RAMPAS PARA CARRIL SENCILLO

		Longitud de Desaceleración, L, en metros, para la Velocidad de Diseño de la Curva de Salida, km/h							
Velocidad de Diseño de la Carretera, en km/h	Velocidad de Ruedo de la Ca- rretera, en km/h	0	20	30	40	50	60	70	80
		Velocidad de Ruedo, en km/h							
		0	20	28	35	42	51	63	70
50	47	75	70	60	45	-	-	-	-
60	55	95	90	80	65	55	-	-	-
70	63	110	105	95	85	70	55	-	-
80	70	130	125	115	100	90	80	55	-
90	77	145	140	135	120	110	100	75	60
100	85	170	165	155	145	135	120	100	85
110	91	180	180	170	160	150	140	120	105

Fuente: AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 2004, pp. 851

Cuadro 6.7. Longitudes Mínimas de Desaceleración para las Terminales de Salida de Rampa, con Pendientes de 2 por ciento o menos



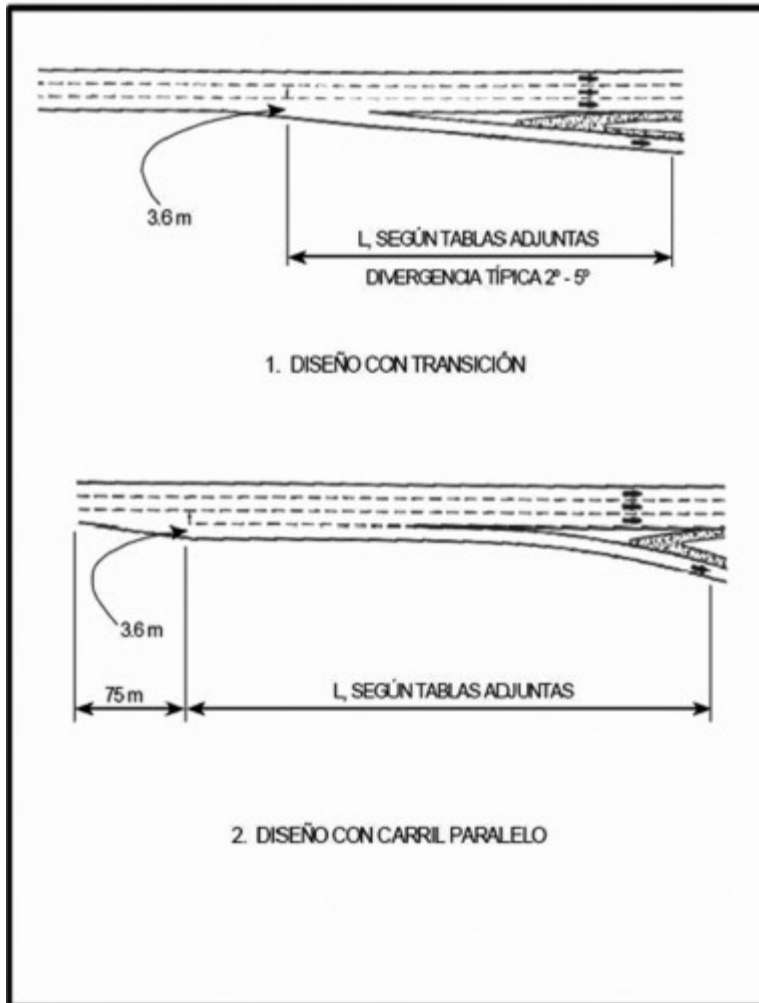


FIGURA 6.11. SALIDAS TÍPICAS DE RAMPAS PARA CARRIL SENCILLO

Velocidad de Diseño de la Carretera, KPH	Relación de la Longitud en Pendiente a la Longitud de la Velocidad de Diseño de la Curva de Entrada, en kilómetros por hora	
Todas	+3 a +4 % 0.9	-3 a -4 % 1.2
Todas	+5 a +6 % 0.8	-5 a -6 % 1.35

Fuente: AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 2004, pp. 848
Factor a aplicar a los datos del cuadro 6.7, para obtener la longitud horizontal de desaceleración.

Cuadro 6.8. Ajustes de la Longitud del Carril de Desaceleración, en función de la Pendiente Longitudinal

Fuente: (SIECA, 2011)

Anexo 19: Reporte de cálculo de Volumen de cantidades de la Calle acceso al Aeropuerto Metropolitano (Ruta Nacional 757 y calle Pozón).

Volume Report

Project: C:\Users\PAULOM~1
 \AppData\Local\Temp\CIVO_20210228_Final_Puentes_V4_Calculo
 Materiales_1_30601_a03fd7d5.svs
 Alignment: Calle Aeropuerto 2
 Sample Line Group: Secciones Calle Aeropuerto (RN 757)
 Start Sta: 0+000.000
 End Sta: 6+896.238

Station	Cut Area (Sq.m.)	Cut Volume (Cu.m.)	Reusable Volume (Cu.m.)	Fill Area (Sq.m.)	Fill Volume (Cu.m.)	Cum. Cut Vol. (Cu.m.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.m.)	Cum. Fill Vol. (Cu.m.)	Cum. Net Vol. (Cu.m.)
0+000.000	24.19	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.000	16.72	409.12	409.12	1.50	15.11	409.12	409.12	15.11	394.01
0+040.000	33.77	504.94	504.94	0.68	21.78	914.06	914.06	36.89	877.17
0+040.822	34.70	28.14	28.14	0.62	0.54	942.20	942.20	37.43	904.77
0+045.000	38.99	152.69	152.69	0.30	2.10	1094.89	1094.89	39.53	1055.36
0+050.000	43.36	204.17	204.17	0.03	0.92	1299.06	1299.06	40.45	1258.62
0+055.000	46.99	224.08	224.08	0.05	0.22	1523.14	1523.14	40.66	1482.48
0+060.000	53.93	250.61	250.61	0.00	0.13	1773.75	1773.75	40.79	1732.96
0+065.000	60.81	285.23	285.23	0.00	0.00	2058.99	2058.99	40.79	2018.20
0+070.000	66.92	317.59	317.59	0.00	0.00	2376.58	2376.58	40.79	2335.79
0+074.315	71.60	297.27	297.27	0.00	0.00	2673.85	2673.85	40.79	2633.06
0+075.000	72.30	49.27	49.27	0.00	0.00	2723.12	2723.12	40.79	2682.33
0+080.000	76.98	371.23	371.23	0.00	0.00	3094.35	3094.35	40.79	3053.56
0+085.000	80.32	391.14	391.14	0.00	0.00	3485.49	3485.49	40.79	3444.70
0+090.000	77.27	391.27	391.27	0.00	0.00	3876.76	3876.76	40.79	3835.97
0+095.000	69.75	364.50	364.50	0.00	0.00	4241.25	4241.25	40.79	4200.46
0+100.000	62.40	327.59	327.59	0.00	0.00	4568.84	4568.84	40.79	4528.05
0+105.000	55.26	291.71	291.71	0.11	0.31	4860.55	4860.55	41.11	4819.44
0+107.809	51.38	149.75	149.75	0.30	0.58	5010.30	5010.30	41.69	4968.62
0+120.000	40.37	559.23	559.23	0.61	5.53	5569.53	5569.53	47.21	5522.32
0+140.000	73.98	1143.48	1143.48	0.00	6.06	6713.01	6713.01	53.28	6659.73
0+158.785	96.46	1600.88	1600.88	0.00	0.00	8313.89	8313.89	53.28	8260.62
0+160.000	97.12	117.56	117.56	0.00	0.00	8431.45	8431.45	53.28	8378.17
0+165.000	99.50	510.39	510.39	0.00	0.00	8941.84	8941.84	53.28	8888.56
0+165.082	99.98	8.15	8.15	0.00	0.00	8949.98	8949.98	53.28	8896.71
0+170.000	100.72	510.65	510.65	0.00	0.00	9460.64	9460.64	53.28	9407.36
0+171.378	102.65	140.12	140.12	0.00	0.00	9600.76	9600.76	53.28	9547.48
0+180.000	101.55	880.33	880.33	1.87	8.04	10481.09	10481.09	61.32	10419.77
0+200.000	77.35	1789.04	1789.04	3.81	56.80	12270.13	12270.13	118.12	12152.01
0+206.587	80.85	521.03	521.03	5.01	29.05	12791.16	12791.16	147.16	12644.00
0+210.000	82.82	279.33	279.33	6.53	19.69	13070.49	13070.49	166.86	12903.63

0+215.000	83.51	415.82	415.82	6.17	31.76	13486.31	13486.31	198.62	13287.70
0+216.333	78.75	108.14	108.14	6.33	8.33	13594.46	13594.46	206.95	13387.51
0+220.000	68.79	270.51	270.51	7.24	24.88	13864.96	13864.96	231.83	13633.13
0+225.000	67.67	341.14	341.14	8.59	39.58	14206.11	14206.11	271.41	13934.70
0+226.079	67.79	73.09	73.09	8.90	9.44	14279.20	14279.20	280.85	13998.35
0+240.000	65.74	929.40	929.40	9.43	127.59	15208.60	15208.60	408.43	14800.16
0+260.000	75.42	1411.55	1411.55	0.60	100.31	16620.15	16620.15	508.74	16111.41
0+280.000	111.82	1872.39	1872.39	140.98	1415.73	18492.55	18492.55	1924.47	16568.08
0+300.000	162.83	2746.54	2746.54	79.48	2204.56	21239.08	21239.08	4129.02	17110.06
0+320.000	218.88	3817.14	3817.14	2.04	815.22	25056.22	25056.22	4944.25	20111.98
0+340.000	290.59	5094.73	5094.73	0.00	20.42	30150.96	30150.96	4964.67	25186.29
0+360.000	300.96	5915.49	5915.49	0.00	0.00	36066.45	36066.45	4964.67	31101.78
0+380.000	287.52	5884.76	5884.76	0.00	0.00	41951.21	41951.21	4964.67	36986.54
0+400.000	285.12	5726.39	5726.39	0.00	0.00	47677.60	47677.60	4964.67	42712.93
0+420.000	265.73	5508.50	5508.50	0.00	0.00	53186.11	53186.11	4964.67	48221.44
0+440.000	233.36	4990.90	4990.90	0.00	0.00	58177.01	58177.01	4964.67	53212.34
0+460.000	185.24	4186.00	4186.00	0.00	0.00	62363.01	62363.01	4964.67	57398.34
0+480.000	128.18	3134.22	3134.22	0.00	0.00	65497.23	65497.23	4964.67	60532.56
0+500.000	84.04	2122.20	2122.20	0.00	0.00	67619.43	67619.43	4964.67	62654.76
0+520.000	59.58	1436.15	1436.15	0.00	0.00	69055.58	69055.58	4964.67	64090.91
0+540.000	49.75	1093.26	1093.26	0.19	1.87	70148.84	70148.84	4966.54	65182.30
0+560.000	86.38	1361.25	1361.25	0.00	1.94	71510.09	71510.09	4968.48	66541.61
0+580.000	122.93	2093.06	2093.06	0.00	0.06	73603.15	73603.15	4968.54	68634.61
0+600.000	97.33	2202.62	2202.62	0.00	0.00	75805.77	75805.77	4968.54	70837.23
0+601.708	97.40	166.26	166.26	0.00	0.00	75972.03	75972.03	4968.54	71003.49
0+605.000	97.36	320.62	320.62	0.00	0.00	76292.65	76292.65	4968.54	71324.11
0+610.000	93.50	472.32	472.32	0.00	0.00	76764.97	76764.97	4968.54	71796.43
0+615.000	86.62	445.86	445.86	0.00	0.00	77210.83	77210.83	4968.54	72242.29
0+620.000	72.83	394.35	394.35	0.00	0.00	77605.19	77605.19	4968.54	72636.65
0+625.000	69.76	352.31	352.31	0.00	0.00	77957.49	77957.49	4968.54	72988.95
0+630.000	66.09	335.20	335.20	0.00	0.00	78292.69	78292.69	4968.54	73324.15
0+635.000	64.15	321.30	321.30	0.00	0.00	78613.99	78613.99	4968.54	73645.45
0+640.000	57.83	301.02	301.02	0.00	0.00	78915.01	78915.01	4968.54	73946.47
0+645.000	55.04	278.52	278.52	0.00	0.00	79193.53	79193.53	4968.54	74224.99
0+650.000	52.08	264.73	264.73	0.00	0.00	79458.26	79458.26	4968.54	74489.72
0+655.000	48.82	249.86	249.86	0.00	0.00	79708.12	79708.12	4968.54	74739.58
0+660.000	45.10	233.13	233.13	0.00	0.00	79941.25	79941.25	4968.54	74972.71
0+665.000	38.92	209.16	209.16	0.00	0.00	80150.41	80150.41	4968.54	75181.87
0+669.250	37.38	162.14	162.14	0.00	0.00	80312.54	80312.54	4968.54	75344.00
0+670.000	38.55	28.49	28.49	0.00	0.00	80341.04	80341.04	4968.54	75372.49
0+675.000	46.33	210.86	210.86	0.00	0.00	80551.90	80551.90	4968.54	75583.36
0+680.000	51.28	242.38	242.38	0.00	0.00	80794.28	80794.28	4968.54	75825.73
0+685.000	54.24	261.85	261.85	0.00	0.00	81056.13	81056.13	4968.54	76087.59
0+690.000	57.83	277.84	277.84	0.00	0.00	81333.97	81333.97	4968.54	76365.43

0+695.000	61.60	295.81	295.81	0.00	0.00	81629.78	81629.78	4968.54	76661.24
0+700.000	64.27	311.60	311.60	0.00	0.00	81941.38	81941.38	4968.54	76972.83
0+705.000	63.54	316.50	316.50	0.00	0.00	82257.88	82257.88	4968.54	77289.34
0+710.000	61.83	310.67	310.67	0.00	0.00	82568.55	82568.55	4968.54	77600.01
0+715.000	60.16	302.37	302.37	0.00	0.00	82870.92	82870.92	4968.54	77902.38
0+720.000	60.69	299.51	299.51	0.00	0.00	83170.43	83170.43	4968.54	78201.89
0+725.000	65.07	311.67	311.67	0.00	0.00	83482.10	83482.10	4968.54	78513.56
0+730.000	70.27	335.24	335.24	0.00	0.00	83817.34	83817.34	4968.54	78848.80
0+735.000	65.59	336.25	336.25	0.00	0.00	84153.59	84153.59	4968.54	79185.05
0+736.792	64.55	116.58	116.58	0.00	0.00	84270.16	84270.16	4968.54	79301.62
0+740.000	63.22	204.96	204.96	0.00	0.00	84475.12	84475.12	4968.54	79506.58
0+760.000	65.22	1284.37	1284.37	0.00	0.00	85759.50	85759.50	4968.54	80790.96
0+780.000	36.31	1015.27	1015.27	0.00	0.00	86774.77	86774.77	4968.54	81806.23
0+800.000	23.79	600.98	600.98	1.61	16.06	87375.75	87375.75	4984.60	82391.15
0+820.000	18.48	422.63	422.63	6.37	79.76	87798.38	87798.38	5064.36	82734.02
0+840.000	35.08	535.52	535.52	0.00	63.71	88333.89	88333.89	5128.07	83205.83
0+844.089	35.06	143.38	143.38	0.00	0.00	88477.28	88477.28	5128.07	83349.21
0+845.000	34.84	31.86	31.86	0.00	0.00	88509.13	88509.13	5128.07	83381.06
0+850.000	33.50	170.86	170.86	0.00	0.00	88679.99	88679.99	5128.07	83551.92
0+855.000	32.15	164.12	164.12	0.00	0.00	88844.11	88844.11	5128.07	83716.04
0+860.000	30.80	157.37	157.37	0.00	0.00	89001.49	89001.49	5128.07	83873.42
0+865.000	29.45	150.61	150.61	0.00	0.00	89152.10	89152.10	5128.07	84024.03
0+870.000	27.81	143.15	143.15	0.00	0.00	89295.25	89295.25	5128.07	84167.18
0+875.000	25.33	132.85	132.85	0.00	0.00	89428.10	89428.10	5128.07	84300.03
0+880.000	21.97	118.25	118.25	0.02	0.05	89546.35	89546.35	5128.12	84418.23
0+885.000	21.35	108.31	108.31	0.00	0.05	89654.66	89654.66	5128.17	84526.49
0+890.000	23.77	112.80	112.80	0.00	0.00	89767.46	89767.46	5128.18	84639.28
0+895.000	24.33	120.24	120.24	0.00	0.00	89887.70	89887.70	5128.18	84759.52
0+900.000	23.05	118.46	118.46	0.01	0.03	90006.16	90006.16	5128.21	84877.95
0+905.000	20.50	108.90	108.90	0.21	0.56	90115.06	90115.06	5128.77	84986.29
0+910.000	17.49	94.99	94.99	0.96	2.93	90210.05	90210.05	5131.70	85078.35
0+915.000	16.19	84.22	84.22	1.81	6.92	90294.26	90294.26	5138.62	85155.65
0+920.000	18.60	86.98	86.98	2.29	10.24	90381.24	90381.24	5148.85	85232.39
0+925.000	19.57	95.40	95.40	3.06	13.36	90476.65	90476.65	5162.21	85314.43
0+930.000	19.14	96.76	96.76	4.08	17.84	90573.41	90573.41	5180.05	85393.35
0+935.000	17.40	91.35	91.35	5.23	23.27	90664.75	90664.75	5203.32	85461.43
0+937.899	16.32	48.87	48.87	5.95	16.20	90713.63	90713.63	5219.52	85494.11
0+940.000	15.56	33.49	33.49	6.49	13.06	90747.11	90747.11	5232.58	85514.53
0+945.000	14.09	74.15	74.15	7.40	34.73	90821.26	90821.26	5267.31	85553.96
0+950.000	13.55	69.11	69.11	6.58	34.96	90890.38	90890.38	5302.27	85588.11
0+955.000	13.41	67.39	67.39	5.30	29.71	90957.77	90957.77	5331.98	85625.79
0+960.000	14.17	68.94	68.94	4.09	23.47	91026.71	91026.71	5355.45	85671.26
0+965.000	15.84	75.04	75.04	3.02	17.79	91101.74	91101.74	5373.24	85728.51

0+970.000	18.06	84.77	84.77	2.29	13.28	91186.51	91186.51	5386.52	85800.00
0+975.000	19.91	94.93	94.93	1.85	10.33	91281.45	91281.45	5396.85	85884.60
0+980.000	17.12	92.58	92.58	1.51	8.38	91374.03	91374.03	5405.23	85968.80
0+985.000	15.86	82.46	82.46	1.17	6.69	91456.49	91456.49	5411.93	86044.57
0+990.000	15.94	79.51	79.51	0.89	5.15	91536.00	91536.00	5417.08	86118.92
0+995.000	17.08	82.55	82.55	0.75	4.11	91618.55	91618.55	5421.19	86197.36
1+000.000	18.38	88.65	88.65	0.53	3.20	91707.20	91707.20	5424.38	86282.82
1+005.000	19.32	94.26	94.26	0.40	2.31	91801.46	91801.46	5426.70	86374.77
1+010.000	19.85	97.94	97.94	0.32	1.80	91899.41	91899.41	5428.49	86470.92
1+015.000	19.97	99.55	99.55	0.28	1.50	91998.96	91998.96	5429.99	86568.96
1+020.000	19.66	99.07	99.07	0.28	1.40	92098.03	92098.03	5431.39	86666.64
1+025.000	18.94	96.50	96.50	0.32	1.49	92194.52	92194.52	5432.88	86761.64
1+030.000	17.87	92.01	92.01	0.24	1.40	92286.53	92286.53	5434.28	86852.26
1+031.710	17.50	30.23	30.23	0.20	0.38	92316.77	92316.77	5434.66	86882.11
1+040.000	22.56	166.08	166.08	0.00	0.85	92482.85	92482.85	5435.51	87047.34
1+060.000	46.35	689.10	689.10	0.00	0.06	93171.94	93171.94	5435.57	87736.38
1+080.000	53.57	999.20	999.20	0.00	0.00	94171.14	94171.14	5435.57	88735.57
1+100.000	49.20	1027.72	1027.72	0.12	1.18	95198.85	95198.85	5436.75	89762.10
1+120.000	24.90	740.95	740.95	3.49	36.11	95939.81	95939.81	5472.86	90466.94
1+140.000	15.07	399.69	399.69	7.02	105.17	96339.50	96339.50	5578.03	90761.46
1+160.000	9.44	245.13	245.13	10.31	173.38	96584.62	96584.62	5751.41	90833.21
1+160.230	9.46	2.17	2.17	10.27	2.36	96586.79	96586.79	5753.77	90833.02
1+165.000	9.78	45.90	45.90	9.32	46.73	96632.70	96632.70	5800.50	90832.19
1+170.000	9.77	47.94	47.94	8.13	45.89	96680.64	96680.64	5846.39	90834.25
1+175.000	9.43	47.09	47.09	6.80	39.22	96727.73	96727.73	5885.61	90842.12
1+180.000	9.24	45.85	45.85	5.62	32.56	96773.58	96773.58	5918.18	90855.41
1+185.000	9.46	46.09	46.09	4.36	26.12	96819.67	96819.67	5944.29	90875.38
1+190.000	9.27	46.30	46.30	4.30	22.66	96865.97	96865.97	5966.96	90899.01
1+191.776	9.37	16.56	16.56	4.47	7.78	96882.53	96882.53	5974.74	90907.79
1+195.000	9.96	31.17	31.17	4.78	14.91	96913.69	96913.69	5989.65	90924.04
1+200.000	10.62	50.71	50.71	5.18	26.09	96964.41	96964.41	6015.74	90948.67
1+205.000	11.04	53.26	53.26	5.48	27.94	97017.67	97017.67	6043.68	90973.99
1+210.000	11.25	54.72	54.72	5.67	29.23	97072.38	97072.38	6072.91	90999.47
1+215.000	11.41	55.60	55.60	5.70	29.84	97127.98	97127.98	6102.75	91025.23
1+220.000	12.45	58.61	58.61	3.09	23.06	97186.59	97186.59	6125.81	91060.77
1+223.322	15.64	46.66	46.66	1.31	7.30	97233.25	97233.25	6133.11	91100.13
1+240.000	48.87	537.97	537.97	0.00	10.90	97771.21	97771.21	6144.01	91627.20
1+260.000	69.91	1187.79	1187.79	0.00	0.00	98959.00	98959.00	6144.01	92814.99
1+280.000	52.24	1221.54	1221.54	0.02	0.23	100180.54	100180.54	6144.25	94036.29
1+300.000	35.48	877.21	877.21	1.42	14.44	101057.75	101057.75	6158.69	94899.06
1+320.000	24.51	599.88	599.88	1.05	24.71	101657.62	101657.62	6183.40	95474.23
1+340.000	44.12	686.33	686.33	0.00	10.51	102343.95	102343.95	6193.90	96150.05
1+360.000	55.76	998.80	998.80	0.00	0.00	103342.76	103342.76	6193.90	97148.85
1+374.533	57.21	820.90	820.90	0.00	0.00	104163.66	104163.66	6193.90	97969.75

1+375.000	57.26	26.74	26.74	0.00	0.00	104190.40	104190.40	6193.90	97996.50
1+380.000	56.51	285.75	285.75	0.00	0.00	104476.15	104476.15	6193.90	98282.25
1+385.000	50.92	270.38	270.38	0.32	0.76	104746.53	104746.53	6194.66	98551.87
1+390.000	39.28	227.52	227.52	1.39	4.01	104974.05	104974.05	6198.67	98775.38
1+395.000	27.23	168.02	168.02	2.98	10.25	105142.07	105142.07	6208.92	98933.15
1+400.000	16.47	110.63	110.63	6.02	21.14	105252.70	105252.70	6230.06	99022.63
1+405.000	8.32	62.97	62.97	11.77	42.03	105315.67	105315.67	6272.09	99043.58
1+410.000	3.57	30.37	30.37	21.67	79.74	105346.04	105346.04	6351.83	98994.21
1+415.000	0.83	11.32	11.32	37.34	141.64	105357.36	105357.36	6493.47	98863.88
1+420.000	0.00	2.15	2.15	57.35	228.20	105359.50	105359.50	6721.67	98637.83
1+425.000	0.00	0.00	0.00	79.86	331.71	105359.50	105359.50	7053.38	98306.12
1+430.000	0.00	0.00	0.00	103.06	443.39	105359.50	105359.50	7496.77	97862.73
1+435.000	0.00	0.00	0.00	126.90	558.81	105359.50	105359.50	8055.58	97303.93
1+440.000	0.00	0.00	0.00	151.20	677.39	105359.50	105359.50	8732.96	96626.54
1+445.000	0.00	0.00	0.00	169.87	784.59	105359.50	105359.50	9517.55	95841.95
1+449.387	0.00	0.00	0.00	170.38	746.36	105359.50	105359.50	10263.91	95095.59
1+450.000	0.00	0.00	0.00	170.24	104.38	105359.50	105359.50	10368.29	94991.21
1+455.000	0.00	0.00	0.00	168.50	832.31	105359.50	105359.50	11200.61	94158.90
1+460.000	0.00	0.00	0.00	165.76	823.04	105359.50	105359.50	12023.64	93335.86
1+465.000	0.00	0.00	0.00	162.27	809.25	105359.50	105359.50	12832.89	92526.61
1+470.000	0.00	0.00	0.00	157.96	791.19	105359.50	105359.50	13624.08	91735.42
1+475.000	0.00	0.00	0.00	152.64	768.04	105359.50	105359.50	14392.12	90967.38
1+480.000	0.00	0.00	0.00	142.55	729.98	105359.50	105359.50	15122.10	90237.40
1+485.000	0.00	0.00	0.00	132.49	679.97	105359.50	105359.50	15802.08	89557.43
1+490.000	0.00	0.00	0.00	122.70	630.79	105359.50	105359.50	16432.86	88926.64
1+495.000	0.00	0.00	0.00	113.27	583.14	105359.50	105359.50	17016.00	88343.50
1+500.000	0.00	0.00	0.00	104.79	538.55	105359.50	105359.50	17554.55	87804.95
1+505.000	0.00	0.00	0.00	97.80	499.75	105359.50	105359.50	18054.30	87305.20
1+510.000	0.00	0.00	0.00	97.30	480.71	105359.50	105359.50	18535.01	86824.49
1+515.000	0.00	0.00	0.00	100.52	486.64	105359.50	105359.50	19021.66	86337.84
1+520.000	0.00	0.00	0.00	105.23	504.99	105359.50	105359.50	19526.65	85832.86
1+524.241	0.00	0.00	0.00	110.35	457.17	105359.50	105359.50	19983.81	85375.69
1+540.000	0.00	0.00	0.00	123.98	1846.31	105359.50	105359.50	21830.13	83529.37
1+560.000	0.00	0.00	0.00	125.90	2498.84	105359.50	105359.50	24328.96	81030.54
1+580.000	0.00	0.00	0.00	129.24	2551.44	105359.50	105359.50	26880.40	78479.10
1+600.000	0.00	0.00	0.00	121.74	2509.79	105359.50	105359.50	29390.19	75969.31
1+601.205	0.00	0.00	0.00	119.51	145.30	105359.50	105359.50	29535.49	75824.01
1+605.000	0.00	0.00	0.00	111.91	439.18	105359.50	105359.50	29974.67	75384.83
1+610.000	0.00	0.00	0.00	101.09	529.34	105359.50	105359.50	30504.01	74855.49
1+615.000	0.00	0.00	0.00	89.79	473.62	105359.50	105359.50	30977.63	74381.87
1+620.000	0.00	0.00	0.00	78.88	417.96	105359.50	105359.50	31395.59	73963.91
1+625.000	0.00	0.00	0.00	68.56	364.80	105359.50	105359.50	31760.40	73599.11
1+630.000	0.00	0.00	0.00	58.13	313.15	105359.50	105359.50	32073.54	73285.96

2+580.000	162.23	3216.46	3216.46	0.00	0.00	168786.19	168786.19	50186.28	118599.91
2+600.000	97.10	2593.31	2593.31	0.00	0.00	171379.50	171379.50	50186.28	121193.22
2+620.000	29.96	1270.58	1270.58	0.00	0.00	172650.08	172650.08	50186.28	122463.80
2+640.000	11.75	417.16	417.16	14.12	141.21	173067.24	173067.24	50327.49	122739.74
2+660.000	6.02	177.77	177.77	23.49	376.13	173245.01	173245.01	50703.63	122541.38
2+680.000	3.06	90.81	90.81	21.56	450.48	173335.82	173335.82	51154.11	122181.71
2+700.000	9.05	121.05	121.05	4.28	258.32	173456.86	173456.86	51412.43	122044.43
2+706.553	14.06	75.70	75.70	1.83	20.02	173532.56	173532.56	51432.45	122100.11
2+710.000	17.35	54.12	54.12	1.35	5.49	173586.69	173586.69	51437.94	122148.75
2+715.000	21.94	100.17	100.17	1.27	6.27	173686.86	173686.86	51444.21	122242.65
2+717.535	24.05	58.29	58.29	1.20	3.13	173745.15	173745.15	51447.34	122297.81
2+720.000	25.96	61.63	61.63	1.07	2.79	173806.78	173806.78	51450.13	122356.65
2+725.000	29.42	140.77	140.77	0.66	4.12	173947.55	173947.55	51454.25	122493.30
2+728.517	31.61	107.34	107.34	0.40	1.86	174054.89	174054.89	51456.11	122598.78
2+740.000	37.46	396.55	396.55	0.09	2.79	174451.44	174451.44	51458.90	122992.54
2+760.000	26.19	636.51	636.51	0.07	1.53	175087.94	175087.94	51460.43	123627.52
2+775.926	7.14	265.43	265.43	6.93	55.67	175353.37	175353.37	51516.10	123837.27
2+780.000	4.10	22.91	22.91	10.88	36.28	175376.28	175376.28	51552.38	123823.91
2+785.000	1.62	13.99	13.99	15.05	65.80	175390.27	175390.27	51618.17	123772.10
2+790.000	0.14	4.28	4.28	17.92	83.27	175394.55	175394.55	51701.44	123693.11
2+795.000	0.00	0.34	0.34	19.81	95.01	175394.89	175394.89	51796.45	123598.44
2+800.000	0.00	0.00	0.00	21.16	103.08	175394.89	175394.89	51899.54	123495.35
2+805.000	0.00	0.00	0.00	22.78	110.56	175394.89	175394.89	52010.09	123384.80
2+810.000	0.00	0.00	0.00	24.59	119.17	175394.89	175394.89	52129.27	123265.63
2+815.000	0.00	0.00	0.00	25.80	126.62	175394.89	175394.89	52255.89	123139.00
2+820.000	0.00	0.00	0.00	26.30	130.59	175394.89	175394.89	52386.48	123008.41
2+825.000	0.00	0.00	0.00	26.21	131.20	175394.89	175394.89	52517.68	122877.21
2+830.000	0.00	0.00	0.00	25.61	129.07	175394.89	175394.89	52646.75	122748.14
2+835.000	0.02	0.05	0.05	24.63	124.82	175394.94	175394.94	52771.57	122623.37
2+840.000	0.07	0.24	0.24	23.43	119.21	175395.18	175395.18	52890.77	122504.41
2+845.000	0.14	0.56	0.56	22.51	113.86	175395.74	175395.74	53004.63	122391.11
2+850.000	0.20	0.89	0.89	21.56	109.09	175396.62	175396.62	53113.72	122282.90
2+855.000	0.30	1.29	1.29	20.33	103.42	175397.92	175397.92	53217.14	122180.77
2+856.158	0.39	0.40	0.40	20.07	23.39	175398.32	175398.32	53240.53	122157.78
2+860.000	0.83	2.34	2.34	19.27	75.56	175400.65	175400.65	53316.09	122084.56
2+865.000	1.80	6.79	6.79	18.44	92.43	175407.44	175407.44	53408.53	121998.92
2+870.000	2.90	12.16	12.16	17.59	88.06	175419.60	175419.60	53496.59	121923.01
2+875.000	3.99	17.82	17.82	16.43	82.90	175437.42	175437.42	53579.49	121857.93
2+880.000	5.02	23.30	23.30	14.92	76.17	175460.73	175460.73	53655.66	121805.06
2+885.000	6.11	28.80	28.80	13.23	68.26	175489.53	175489.53	53723.93	121765.60
2+890.000	7.25	34.57	34.57	11.63	60.21	175524.10	175524.10	53784.13	121739.96
2+895.000	8.84	41.66	41.66	9.87	52.05	175565.75	175565.75	53836.18	121729.57
2+900.000	11.22	51.90	51.90	7.93	43.10	175617.65	175617.65	53879.28	121738.37

5+200.000	190.61	4273.50	4273.50	0.00	0.00	495701.92	495701.92	183227.62	312474.30
5+220.000	124.02	3146.33	3146.33	0.00	0.00	498848.25	498848.25	183227.62	315620.63
5+240.000	66.67	1906.85	1906.85	0.00	0.00	500755.10	500755.10	183227.62	317527.48
5+260.000	15.78	824.48	824.48	1.85	18.55	501579.58	501579.58	183246.16	318333.41
5+280.000	19.18	349.59	349.59	2.14	39.98	501929.17	501929.17	183286.14	318643.02
5+300.000	6.43	256.12	256.12	7.79	99.32	502185.29	502185.29	183385.46	318799.83
5+320.000	0.00	64.34	64.34	37.72	455.12	502249.63	502249.63	183840.58	318409.05
5+339.802	0.00	0.00	0.00	48.79	856.58	502249.63	502249.63	184697.17	317552.47
5+340.000	0.00	0.00	0.00	48.83	9.65	502249.63	502249.63	184706.82	317542.82
5+345.000	0.00	0.00	0.00	49.64	246.19	502249.63	502249.63	184953.01	317296.63
5+350.000	0.00	0.00	0.00	49.80	248.59	502249.63	502249.63	185201.60	317048.04
5+355.000	0.00	0.00	0.00	46.25	240.11	502249.63	502249.63	185441.71	316807.93
5+356.983	0.00	0.00	0.00	43.74	89.24	502249.63	502249.63	185530.95	316718.68
5+360.000	0.00	0.00	0.00	40.21	126.63	502249.63	502249.63	185657.58	316592.05
5+365.000	0.00	0.00	0.00	34.77	187.44	502249.63	502249.63	185845.02	316404.61
5+370.000	0.00	0.00	0.00	29.70	161.15	502249.63	502249.63	186006.17	316243.46
5+374.165	0.00	0.00	0.00	25.55	115.03	502249.63	502249.63	186121.20	316128.43
5+380.000	0.15	0.44	0.44	19.28	130.78	502250.08	502250.08	186251.99	315998.09
5+400.000	31.24	313.89	313.89	0.00	192.77	502563.97	502563.97	186444.76	316119.21
5+420.000	89.57	1208.10	1208.10	0.00	0.00	503772.07	503772.07	186444.76	317327.31
5+440.000	152.09	2416.61	2416.61	0.00	0.00	506188.68	506188.68	186444.76	319743.92
5+460.000	152.72	3048.04	3048.04	0.00	0.00	509236.72	509236.72	186444.76	322791.96
5+480.000	126.27	2789.85	2789.85	0.00	0.00	512026.57	512026.57	186444.76	325581.81
5+500.000	68.01	1942.76	1942.76	0.00	0.00	513969.32	513969.32	186444.76	327524.56
5+520.000	25.83	938.41	938.41	0.02	0.24	514907.73	514907.73	186445.00	328462.73
5+540.000	8.47	343.04	343.04	5.83	58.57	515250.78	515250.78	186503.58	328747.20
5+560.000	10.34	188.15	188.15	10.81	166.40	515438.92	515438.92	186669.98	328768.95
5+580.000	9.61	199.57	199.57	6.62	174.31	515638.49	515638.49	186844.29	328794.20
5+600.000	9.68	192.92	192.92	5.68	123.09	515831.41	515831.41	186967.38	328864.03
5+620.000	37.36	470.34	470.34	0.00	56.85	516301.75	516301.75	187024.23	329277.53
5+640.000	51.80	891.57	891.57	0.00	0.00	517193.32	517193.32	187024.23	330169.09
5+660.000	44.89	966.87	966.87	0.00	0.00	518160.20	518160.20	187024.23	331135.97
5+680.000	34.70	795.84	795.84	0.00	0.00	518956.04	518956.04	187024.23	331931.81
5+700.000	19.32	540.13	540.13	0.33	3.34	519496.17	519496.17	187027.58	332468.59
5+720.000	3.82	231.37	231.37	5.61	59.46	519727.54	519727.54	187087.04	332640.51
5+740.000	0.00	38.22	38.22	18.19	238.06	519765.77	519765.77	187325.10	332440.67
5+760.000	0.00	0.00	0.00	16.64	348.35	519765.77	519765.77	187673.44	332092.32
5+780.000	0.08	0.75	0.75	7.90	245.43	519766.52	519766.52	187918.87	331847.65
5+800.000	6.07	61.48	61.48	2.22	101.18	519828.00	519828.00	188020.05	331807.95
5+820.000	10.51	165.82	165.82	1.63	38.43	519993.82	519993.82	188058.49	331935.34
5+840.000	11.36	218.70	218.70	2.77	43.99	520212.52	520212.52	188102.47	332110.05
5+860.000	15.57	269.34	269.34	1.76	45.32	520481.86	520481.86	188147.79	332334.07
5+880.000	17.30	328.69	328.69	0.73	24.93	520810.55	520810.55	188172.72	332637.84

6+220.000	8.53	45.13	45.13	1.91	9.65	546997.90	546997.90	188819.08	358178.82
6+225.000	7.68	40.28	40.28	2.07	10.56	547038.18	547038.18	188829.64	358208.54
6+230.000	6.94	36.32	36.32	1.97	10.63	547074.50	547074.50	188840.27	358234.23
6+235.000	6.41	33.18	33.18	1.79	9.79	547107.68	547107.68	188850.05	358257.62
6+240.000	6.23	31.50	31.50	1.72	9.04	547139.17	547139.17	188859.10	358280.07
6+243.347	6.08	20.57	20.57	1.91	6.23	547159.75	547159.75	188865.33	358294.41
6+260.000	3.61	80.63	80.63	4.79	55.82	547240.38	547240.38	188921.15	358319.22
6+280.000	2.03	56.35	56.35	6.20	109.95	547296.72	547296.72	189031.10	358265.62
6+288.253	3.95	24.68	24.68	4.99	46.19	547321.41	547321.41	189077.29	358244.12
6+290.000	4.46	7.35	7.35	4.70	8.47	547328.75	547328.75	189085.76	358242.99
6+295.000	5.91	26.02	26.02	4.04	20.83	547354.77	547354.77	189106.59	358248.19
6+300.000	7.37	33.35	33.35	3.53	17.86	547388.12	547388.12	189124.45	358263.68
6+305.000	8.75	40.51	40.51	2.96	15.05	547428.64	547428.64	189139.50	358289.13
6+310.000	10.57	48.74	48.74	2.87	13.35	547477.37	547477.37	189152.85	358324.53
6+315.000	15.67	66.08	66.08	0.74	8.26	547543.46	547543.46	189161.11	358382.35
6+320.000	25.59	102.91	102.91	0.00	1.69	547646.37	547646.37	189162.80	358483.57
6+325.000	37.64	156.67	156.67	0.00	0.00	547803.04	547803.04	189162.80	358640.24
6+327.651	44.71	107.99	107.99	0.00	0.00	547911.03	547911.03	189162.80	358748.23
6+330.000	51.11	112.53	112.53	0.00	0.00	548023.57	548023.57	189162.80	358860.77
6+335.000	64.84	286.68	286.68	0.00	0.00	548310.24	548310.24	189162.80	359147.44
6+340.000	78.52	354.63	354.63	0.00	0.00	548664.88	548664.88	189162.80	359502.08
6+345.000	91.48	421.01	421.01	0.00	0.00	549085.89	549085.89	189162.80	359923.09
6+350.000	94.09	459.35	459.35	0.00	0.00	549545.24	549545.24	189162.80	360382.44
6+355.000	98.20	475.09	475.09	0.00	0.00	550020.33	550020.33	189162.80	360857.53
6+360.000	104.16	499.65	499.65	0.00	0.00	550519.97	550519.97	189162.80	361357.17
6+365.000	110.67	530.62	530.62	0.00	0.00	551050.59	551050.59	189162.80	361887.79
6+367.050	113.54	229.78	229.78	0.00	0.00	551280.37	551280.37	189162.80	362117.57
6+380.000	119.34	1507.96	1507.96	0.00	0.00	552788.33	552788.33	189162.80	363625.53
6+400.000	81.08	2004.26	2004.26	0.00	0.00	554792.59	554792.59	189162.80	365629.79
6+420.000	79.46	1605.45	1605.45	0.00	0.00	556398.05	556398.05	189162.80	367235.25
6+440.000	87.29	1667.52	1667.52	0.00	0.00	558065.57	558065.57	189162.80	368902.77
6+460.000	104.06	1913.55	1913.55	0.00	0.00	559979.11	559979.11	189162.80	370816.31
6+480.000	132.23	2362.90	2362.90	0.00	0.00	562342.01	562342.01	189162.80	373179.21
6+500.000	158.00	2902.20	2902.20	0.00	0.00	565244.21	565244.21	189162.80	376081.41
6+520.000	197.11	3551.01	3551.01	0.00	0.00	568795.22	568795.22	189162.80	379632.42
6+540.000	128.35	3254.53	3254.53	0.00	0.00	572049.75	572049.75	189162.80	382886.95
6+560.000	97.68	2260.25	2260.25	0.00	0.00	574310.00	574310.00	189162.80	385147.20
6+580.000	66.91	1645.92	1645.92	0.00	0.00	575955.92	575955.92	189162.80	386793.12
6+589.027	53.05	541.47	541.47	0.00	0.00	576497.39	576497.39	189162.80	387334.59
6+590.000	51.98	51.09	51.09	0.00	0.00	576548.48	576548.48	189162.80	387385.68
6+595.000	49.41	251.17	251.17	0.00	0.00	576799.65	576799.65	189162.80	387636.85
6+600.000	45.71	235.89	235.89	0.00	0.00	577035.54	577035.54	189162.80	387872.74
6+605.000	40.91	214.93	214.93	0.00	0.00	577250.47	577250.47	189162.80	388087.67

6+610.000	36.06	190.99	190.99	0.00	0.00	577441.46	577441.46	189162.80	388278.66
6+615.000	31.24	166.96	166.96	0.00	0.00	577608.43	577608.43	189162.80	388445.63
6+615.223	31.02	6.95	6.95	0.00	0.00	577615.38	577615.38	189162.80	388452.58
6+620.000	26.70	136.80	136.80	0.00	0.00	577752.18	577752.18	189162.80	388589.38
6+625.000	25.51	129.72	129.72	0.00	0.00	577881.90	577881.90	189162.80	388719.10
6+630.000	26.75	129.99	129.99	0.00	0.00	578011.89	578011.89	189162.80	388849.09
6+635.000	28.13	136.43	136.43	0.00	0.00	578148.33	578148.33	189162.80	388985.53
6+640.000	29.62	143.52	143.52	0.00	0.00	578291.85	578291.85	189162.80	389129.05
6+641.420	30.04	42.34	42.34	0.00	0.00	578334.20	578334.20	189162.80	389171.40
6+660.000	35.63	610.11	610.11	0.00	0.00	578944.31	578944.31	189162.80	389781.51
6+680.000	41.65	772.87	772.87	0.00	0.00	579717.17	579717.17	189162.80	390554.37
6+700.000	42.57	842.24	842.24	0.00	0.00	580559.41	580559.41	189162.80	391396.61
6+720.000	58.37	1009.37	1009.37	0.00	0.00	581568.78	581568.78	189162.80	392405.98
6+740.000	62.84	1212.07	1212.07	0.00	0.00	582780.85	582780.85	189162.80	393618.05
6+760.000	51.60	1144.45	1144.45	0.00	0.00	583925.30	583925.30	189162.80	394762.50
6+765.719	48.34	285.80	285.80	0.00	0.00	584211.10	584211.10	189162.80	395048.30
6+770.000	44.12	201.17	201.17	0.00	0.00	584412.27	584412.27	189162.80	395249.47
6+775.000	39.01	211.23	211.23	0.00	0.00	584623.51	584623.51	189162.80	395460.71
6+780.000	33.93	185.28	185.28	0.00	0.00	584808.79	584808.79	189162.80	395645.99
6+785.000	28.89	159.54	159.54	0.00	0.00	584968.33	584968.33	189162.80	395805.53
6+786.015	27.87	28.80	28.80	0.00	0.00	584997.12	584997.12	189162.80	395834.32
6+790.000	23.90	104.77	104.77	0.00	0.00	585101.90	585101.90	189162.80	395939.10
6+795.000	19.98	111.25	111.25	0.00	0.00	585213.15	585213.15	189162.80	396050.35
6+800.000	18.26	96.75	96.75	0.00	0.00	585309.90	585309.90	189162.81	396147.09
6+805.000	16.75	88.47	88.47	0.05	0.14	585398.36	585398.36	189162.95	396235.42
6+806.310	16.39	21.71	21.71	0.12	0.11	585420.07	585420.07	189163.06	396257.01
6+820.000	12.77	199.62	199.62	1.02	7.76	585619.69	585619.69	189170.82	396448.87
6+840.000	8.29	210.65	210.65	1.76	27.78	585830.34	585830.34	189198.60	396631.74
6+860.000	2.32	106.10	106.10	4.92	66.84	585936.44	585936.44	189265.44	396671.00
6+880.000	0.00	23.16	23.16	20.26	251.84	585959.60	585959.60	189517.28	396442.32
6+896.238	0.19	1.57	1.57	11.10	254.66	585961.17	585961.17	189771.95	396189.22

Anexo 20: Reporte de cálculo de Volumen de cantidades del corredor CIVO.

Volume Report

Project: C:\Users\PAULOM-1\AppData\Local\Temp\CIVO_20210228_Final_Puentes_V4_Calculo_Materiales_1_20878_c68b673a.sv\$
 Alignment: CIVO
 Sample Line
 Group: Secciones
 CIVO
 Start
 Sta: 1+055.000
 End
 Sta: 3+400.000

<u>Station</u>	<u>Cut Area</u> <u>(Sq.m.)</u>	<u>Cut Volume</u> <u>(Cu.m.)</u>	<u>Reusable Volume</u> <u>(Cu.m.)</u>	<u>Fill Area</u> <u>(Sq.m.)</u>	<u>Fill Volume</u> <u>(Cu.m.)</u>	<u>Cum. Cut Vol.</u> <u>(Cu.m.)</u>	<u>Cum. Reusable Vol.</u> <u>(Cu.m.)</u>	<u>Cum. Fill Vol.</u> <u>(Cu.m.)</u>	<u>Cum. Net Vol.</u> <u>(Cu.m.)</u>
1+055.000	7.82	0.00	0.00	54.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1+060.000	42.76	135.15	135.15	53.25	258.43	135.15	135.15	258.43	-123.29
1+065.000	55.54	265.23	265.23	51.13	250.62	400.38	400.38	509.05	-108.68
1+070.000	28.16	227.58	227.58	55.82	257.21	627.96	627.96	766.27	-138.30
1+075.000	0.91	79.52	79.52	81.80	335.73	707.48	707.48	1102.00	-394.51
1+080.000	0.00	2.49	2.49	113.19	484.05	709.97	709.97	1586.05	-876.08
1+085.000	0.00	0.00	0.00	131.96	612.28	709.97	709.97	2198.32	-1488.35
1+090.000	0.00	0.00	0.00	149.59	703.10	709.97	709.97	2901.43	-2191.46
1+095.000	0.00	0.00	0.00	158.01	769.61	709.97	709.97	3671.04	-2961.07
1+100.000	0.00	0.00	0.00	153.65	781.86	709.97	709.97	4452.90	-3742.93
1+105.000	0.00	0.00	0.00	154.12	773.40	709.97	709.97	5226.29	-4516.32
1+110.000	0.00	0.00	0.00	146.02	754.44	709.97	709.97	5980.73	-5270.76
1+115.000	0.00	0.00	0.00	129.50	692.73	709.97	709.97	6673.47	-5963.50
1+120.000	0.04	0.09	0.09	116.38	619.48	710.06	710.06	7292.95	-6582.89
1+125.000	0.00	0.09	0.09	115.12	582.58	710.14	710.14	7875.53	-7165.39
1+130.000	0.00	0.00	0.00	101.09	541.59	710.14	710.14	8417.12	-7706.98
1+135.000	0.00	0.00	0.00	84.33	463.16	710.14	710.14	8880.28	-8170.14
1+140.000	0.00	0.00	0.00	63.67	369.65	710.14	710.14	9249.93	-8539.79
1+145.000	0.00	0.00	0.00	40.17	260.24	710.14	710.14	9510.17	-8800.03
1+150.000	1.34	3.21	3.21	21.33	155.02	713.35	713.35	9665.19	-8951.84
1+155.000	6.21	18.42	18.42	9.02	76.79	731.77	731.77	9741.98	-9010.22
1+160.000	15.96	55.02	55.02	2.70	29.69	786.78	786.78	9771.68	-8984.89
1+165.000	25.28	103.05	103.05	0.08	7.09	889.83	889.83	9778.76	-8888.93

1+170.000	33.46	147.25	147.25	0.00	0.21	1037.09	1037.09	9778.97	-8741.88
1+173.532	38.52	127.13	127.13	0.00	0.00	1164.21	1164.21	9778.97	-8614.75
1+175.000	40.45	57.95	57.95	0.00	0.00	1222.16	1222.16	9778.97	-8556.80
1+180.000	46.21	218.86	218.86	0.02	0.05	1441.03	1441.03	9779.02	-8337.99
1+185.000	46.91	236.30	236.30	0.07	0.21	1677.33	1677.33	9779.23	-8101.90
1+190.000	33.89	205.89	205.89	1.25	3.09	1883.21	1883.21	9782.32	-7899.11
1+195.000	20.91	140.41	140.41	4.78	14.35	2023.62	2023.62	9796.67	-7773.05
1+200.000	10.06	80.37	80.37	12.63	41.91	2103.99	2103.99	9838.58	-7734.59
1+205.000	6.00	42.45	42.45	28.36	99.25	2146.44	2146.44	9937.83	-7791.40
1+210.000	7.41	35.67	35.67	33.40	149.65	2182.11	2182.11	10087.48	-7905.37
1+215.000	8.47	42.27	42.27	35.83	167.58	2224.38	2224.38	10255.06	-8030.68
1+220.000	9.49	47.81	47.81	38.72	180.18	2272.19	2272.19	10435.24	-8163.05
1+225.000	10.47	53.13	53.13	42.20	195.07	2325.32	2325.32	10630.31	-8304.99
1+230.000	11.40	58.23	58.23	46.39	213.00	2383.55	2383.55	10843.30	-8459.75
1+235.000	12.29	63.10	63.10	51.43	234.73	2446.65	2446.65	11078.04	-8631.38
1+240.000	13.03	67.45	67.45	57.37	260.84	2514.11	2514.11	11338.87	-8824.77
1+245.000	12.72	68.61	68.61	63.55	289.80	2582.72	2582.72	11628.67	-9045.95
1+250.000	15.82	76.03	76.03	66.56	311.54	2658.75	2658.75	11940.21	-9281.46
1+255.000	19.34	93.56	93.56	58.41	298.53	2752.32	2752.32	12238.74	-9486.42
1+260.000	23.00	112.44	112.44	42.42	240.60	2864.76	2864.76	12479.34	-9614.58
1+265.000	24.99	127.05	127.05	24.69	160.46	2991.81	2991.81	12639.80	-9648.00
1+270.000	31.03	147.27	147.27	7.86	77.83	3139.07	3139.07	12717.63	-9578.56
1+275.000	46.72	201.63	201.63	1.43	22.05	3340.71	3340.71	12739.69	-9398.98
1+280.000	63.94	283.95	283.95	0.03	3.43	3624.66	3624.66	12743.12	-9118.46
1+285.000	82.60	373.64	373.64	0.00	0.06	3998.30	3998.30	12743.18	-8744.88
1+290.000	103.4 ₉	472.57	472.57	0.00	0.00	4470.87	4470.87	12743.18	-8272.31
1+295.000	131.8 ₅	596.56	596.56	0.00	0.00	5067.43	5067.43	12743.18	-7675.75
1+300.000	166.3 ₀	754.91	754.91	0.00	0.00	5822.34	5822.34	12743.18	-6920.84
1+305.000	197.4 ₃	920.32	920.32	0.00	0.00	6742.66	6742.66	12743.18	-6000.52
1+310.000	224.3 ₀	1066.68	1066.68	0.00	0.00	7809.34	7809.34	12743.18	-4933.84
1+315.000	248.1 ₄	1193.91	1193.91	0.00	0.00	9003.25	9003.25	12743.18	-3739.93
1+320.000	270.9 ₁	1310.24	1310.24	0.00	0.00	10313.49	10313.4 ₉	12743.18	-2429.69
1+325.000	292.6 ₃	1421.45	1421.45	0.00	0.00	11734.94	11734.9 ₄	12743.18	-1008.24
1+330.000	308.9 ₅	1517.98	1517.98	0.00	0.00	13252.92	13252.9 ₂	12743.18	509.74
1+335.000	318.6 ₈	1585.97	1585.97	0.00	0.00	14838.89	14838.8 ₉	12743.18	2095.71
1+340.000	320.9 ₀	1618.22	1618.22	0.00	0.00	16457.10	16457.1 ₀	12743.18	3713.92
1+344.822	319.5 ₇	1544.04	1544.04	0.00	0.00	18001.15	18001.1 ₅	12743.18	5257.97
1+360.000	251.4 ₄	4333.51	4333.51	0.00	0.00	22334.66	22334.6 ₆	12743.18	9591.48
1+380.000	211.2 ₅	4626.90	4626.90	0.00	0.00	26961.56	26961.5 ₆	12743.18	14218.38

1+400.000	171.9 4	3831.91	3831.91	0.00	0.00	30793.47	30793.4 7	12743.18	18050.30
1+420.000	159.8 5	3317.98	3317.98	0.00	0.00	34111.45	34111.4 5	12743.18	21368.27
1+440.000	92.50	2523.58	2523.58	0.00	0.00	36635.03	36635.0 3	12743.18	23891.85
1+460.000	17.79	1102.91	1102.91	6.37	63.70	37737.94	37737.9 4	12806.88	24931.06
1+480.000	0.02	178.08	178.08	40.07	464.39	37916.02	37916.0 2	13271.27	24644.75
1+500.000	0.00	0.22	0.22	29.11	691.79	37916.23	37916.2 3	13963.06	23953.17
1+520.000	33.59	335.94	335.94	0.00	291.11	38252.17	38252.1 7	14254.17	23998.00
1+540.000	230.0 1	2636.00	2636.00	0.00	0.00	40888.17	40888.1 7	14254.17	26634.00
1+560.000	329.3 4	5593.49	5593.49	0.00	0.00	46481.66	46481.6 6	14254.17	32227.49
1+580.000	356.9 2	6862.60	6862.60	0.00	0.00	53344.27	53344.2 7	14254.17	39090.09
1+600.000	304.4 3	6613.45	6613.45	0.00	0.00	59957.71	59957.7 1	14254.17	45703.54
1+620.000	285.7 7	5901.97	5901.97	0.00	0.00	65859.68	65859.6 8	14254.17	51605.51
1+640.000	299.9 3	5857.04	5857.04	0.00	0.00	71716.72	71716.7 2	14254.17	57462.55
1+660.000	304.7 2	6046.53	6046.53	0.00	0.00	77763.25	77763.2 5	14254.17	63509.08
1+680.000	299.2 3	6039.45	6039.45	0.00	0.00	83802.69	83802.6 9	14254.17	69548.52
1+700.000	299.1 4	5983.64	5983.64	0.00	0.00	89786.33	89786.3 3	14254.17	75532.16
1+720.000	279.7 6	5789.03	5789.03	0.00	0.00	95575.36	95575.3 6	14254.17	81321.19
1+740.000	279.4 5	5592.12	5592.12	0.00	0.00	101167.48	101167. 48	14254.17	86913.31
1+760.000	339.0 5	6184.93	6184.93	0.00	0.00	107352.41	107352. 41	14254.17	93098.24
1+780.000	387.9 7	7270.11	7270.11	0.00	0.00	114622.52	114622. 52	14254.17	100368.35
1+800.000	373.5 8	7615.44	7615.44	0.00	0.00	122237.96	122237. 96	14254.17	107983.79
1+820.000	280.4 2	6539.98	6539.98	0.00	0.00	128777.94	128777. 94	14254.17	114523.77
1+840.000	220.3 0	5007.15	5007.15	0.00	0.00	133785.09	133785. 09	14254.17	119530.92
1+860.000	170.1 1	3904.01	3904.01	0.00	0.00	137689.11	137689. 11	14254.17	123434.94
1+880.000	108.1 7	2782.73	2782.73	0.00	0.00	140471.83	140471. 83	14254.17	126217.66
1+900.000	38.51	1466.82	1466.82	0.81	8.06	141938.65	141938. 65	14262.23	127676.41
1+920.000	1.92	404.34	404.34	16.31	171.15	142342.99	142342. 99	14433.38	127909.61
1+940.000	0.00	19.19	19.19	68.71	850.21	142362.18	142362. 18	15283.59	127078.59
1+960.000	0.00	0.00	0.00	93.06	1617.70	142362.18	142362. 18	16901.28	125460.90
1+980.000	0.00	0.00	0.00	66.57	1596.32	142362.18	142362. 18	18497.60	123864.58
2+000.000	0.00	0.05	0.05	35.25	1018.27	142362.24	142362. 24	19515.88	122846.36
2+020.000	3.03	30.36	30.36	19.95	552.05	142392.60	142392. 60	20067.92	122324.67
2+040.000	0.13	31.56	31.56	46.47	664.18	142424.15	142424. 15	20732.11	121692.05
2+060.000	2.03	21.51	21.51	40.97	874.34	142445.67	142445. 67	21606.45	120839.22

2+080.000	17.68	197.09	197.09	7.69	486.60	142642.75	142642.75	22093.04	120549.71
2+100.000	34.73	524.14	524.14	0.58	82.73	143166.89	143166.89	22175.77	120991.12
2+120.000	60.69	954.24	954.24	0.72	13.02	144121.13	144121.13	22188.79	121932.34
2+140.000	62.67	1233.66	1233.66	0.56	12.79	145354.79	145354.79	22201.58	123153.21
2+160.000	37.70	1003.69	1003.69	7.54	80.97	146358.48	146358.48	22282.56	124075.92
2+180.000	24.38	620.75	620.75	16.24	237.81	146979.24	146979.24	22520.37	124458.87
2+200.000	27.21	515.94	515.94	12.47	287.13	147495.17	147495.17	22807.49	124687.68
2+220.000	62.57	897.86	897.86	0.00	124.79	148393.04	148393.04	22932.29	125460.75
2+240.000	120.83	1833.99	1833.99	0.00	0.08	150227.03	150227.03	22932.36	127294.66
2+260.000	175.57	2964.00	2964.00	0.00	0.00	153191.03	153191.03	22932.36	130258.66
2+280.000	203.82	3793.89	3793.89	0.00	0.00	156984.92	156984.92	22932.36	134052.56
2+300.000	200.71	4045.28	4045.28	0.00	0.00	161030.20	161030.20	22932.36	138097.84
2+320.000	133.91	3346.18	3346.18	0.00	0.00	164376.38	164376.38	22932.36	141444.01
2+340.000	105.18	2390.82	2390.82	0.00	0.00	166767.20	166767.20	22932.36	143834.84
2+360.000	86.07	1912.44	1912.44	0.00	0.00	168679.64	168679.64	22932.36	145747.28
2+380.000	119.24	2053.09	2053.09	0.00	0.00	170732.73	170732.73	22932.36	147800.37
2+400.000	112.26	2315.01	2315.01	0.00	0.00	173047.74	173047.74	22932.36	150115.38
2+420.000	62.92	1751.82	1751.82	0.00	0.00	174799.56	174799.56	22932.36	151867.19
2+440.000	34.02	969.38	969.38	0.00	0.00	175768.93	175768.93	22932.36	152836.57
2+460.000	9.28	432.98	432.98	5.62	56.22	176201.91	176201.91	22988.58	153213.33
2+480.000	5.85	151.27	151.27	9.89	155.15	176353.18	176353.18	23143.74	153209.45
2+500.000	0.00	58.46	58.46	45.36	552.51	176411.64	176411.64	23696.24	152715.40
2+520.000	0.00	0.00	0.00	112.38	1577.34	176411.64	176411.64	25273.58	151138.06
2+540.000	0.00	0.00	0.00	198.29	3106.62	176411.64	176411.64	28380.21	148031.43
2+560.000	0.00	0.00	0.00	295.89	4941.72	176411.64	176411.64	33321.92	143089.72
2+580.000	0.00	0.00	0.00	344.49	6403.77	176411.64	176411.64	39725.69	136685.95
2+600.000	0.00	0.00	0.00	359.88	7043.67	176411.64	176411.64	46769.37	129642.27
2+620.000	0.00	0.00	0.00	427.00	7868.78	176411.64	176411.64	54638.14	121773.49
2+640.000	0.00	0.00	0.00	525.55	9525.52	176411.64	176411.64	64163.66	112247.97
2+660.000	0.00	0.00	0.00	540.45	10660.05	176411.64	176411.64	74823.71	101587.93
2+680.000	0.00	0.00	0.00	524.07	10645.26	176411.64	176411.64	85468.97	90942.67
2+700.000	0.00	0.00	0.00	452.06	9761.27	176411.64	176411.64	95230.24	81181.40
2+720.000	0.00	0.00	0.00	300.79	7528.50	176411.64	176411.64	102758.74	73652.89
2+740.000	0.00	0.00	0.00	126.99	4277.81	176411.64	176411.64	107036.55	69375.09

2+760.000	14.16	141.60	141.60	40.98	1679.65	176553.24	176553.24	108716.20	67837.04
2+780.000	61.87	760.31	760.31	3.54	445.17	177313.55	177313.55	109161.37	68152.18
2+800.000	91.07	1529.36	1529.36	0.00	35.38	178842.92	178842.92	109196.75	69646.17
2+813.779	136.7 7	1569.65	1569.65	0.00	0.00	180412.57	180412.57	109196.75	71215.82
2+815.000	140.8 7	169.53	169.53	0.00	0.00	180582.09	180582.09	109196.75	71385.35
2+820.000	156.8 6	744.31	744.31	0.00	0.00	181326.41	181326.41	109196.75	72129.66
2+825.000	171.5 7	821.07	821.07	0.00	0.00	182147.47	182147.47	109196.75	72950.73
2+830.000	183.5 0	887.68	887.68	0.00	0.00	183035.16	183035.16	109196.75	73838.41
2+835.000	197.6 8	952.97	952.97	0.00	0.00	183988.13	183988.13	109196.75	74791.38
2+840.000	214.2 4	1029.82	1029.82	0.00	0.00	185017.94	185017.94	109196.75	75821.20
2+845.000	226.8 8	1102.82	1102.82	0.00	0.00	186120.76	186120.76	109196.75	76924.01
2+850.000	236.2 6	1157.86	1157.86	0.00	0.00	187278.62	187278.62	109196.75	78081.88
2+855.000	241.9 6	1195.56	1195.56	0.00	0.00	188474.18	188474.18	109196.75	79277.44
2+860.000	239.0 3	1202.49	1202.49	0.00	0.00	189676.68	189676.68	109196.75	80479.93
2+865.000	225.7 8	1162.04	1162.04	0.00	0.00	190838.71	190838.71	109196.75	81641.96
2+870.000	206.4 0	1080.46	1080.46	0.00	0.00	191919.17	191919.17	109196.75	82722.43
2+875.000	184.5 7	977.42	977.42	0.00	0.00	192896.60	192896.60	109196.75	83699.85
2+880.000	161.0 7	864.08	864.08	0.00	0.00	193760.68	193760.68	109196.75	84563.93
2+883.779	142.7 5	574.04	574.04	0.00	0.00	194334.72	194334.72	109196.75	85137.97
2+885.000	136.7 3	170.65	170.65	0.00	0.00	194505.37	194505.37	109196.75	85308.62
2+890.000	100.0 9	581.53	581.53	0.00	0.00	195086.89	195086.89	109196.75	85890.15
2+895.000	70.56	417.19	417.19	0.00	0.00	195504.08	195504.08	109196.75	86307.33
2+900.000	41.36	271.32	271.32	0.93	2.45	195775.40	195775.40	109199.20	86576.20
2+905.000	19.73	146.30	146.30	9.92	28.15	195921.70	195921.70	109227.35	86694.35
2+910.000	7.93	65.38	65.38	28.32	98.77	195987.08	195987.08	109326.12	86660.96
2+915.000	1.53	22.16	22.16	52.65	208.46	196009.24	196009.24	109534.58	86474.66
2+920.000	0.00	3.58	3.58	82.23	345.37	196012.83	196012.83	109879.95	86132.88
2+925.000	0.00	0.00	0.00	113.26	497.76	196012.83	196012.83	110377.71	85635.12
2+930.000	0.00	0.00	0.00	144.34	653.61	196012.83	196012.83	111031.31	84981.52
2+935.000	0.00	0.00	0.00	175.82	810.90	196012.83	196012.83	111842.21	84170.61
2+940.000	0.00	0.00	0.00	208.73	973.30	196012.83	196012.83	112815.51	83197.32
2+945.000	0.00	0.00	0.00	246.92	1152.98	196012.83	196012.83	113968.49	82044.34
2+950.000	0.00	0.00	0.00	286.87	1350.25	196012.83	196012.83	115318.74	80694.09
2+955.000	0.00	0.00	0.00	325.96	1549.36	196012.83	196012.83	116868.09	79144.73

2+960.000	0.00	0.00	0.00	361.69	1738.38	196012.83	196012.83	118606.47	77406.36
2+965.000	0.00	0.00	0.00	390.44	1903.34	196012.83	196012.83	120509.81	75503.02
2+970.000	0.00	0.00	0.00	417.36	2048.21	196012.83	196012.83	122558.02	73454.81
2+975.000	0.00	0.00	0.00	443.57	2188.14	196012.83	196012.83	124746.16	71266.67
2+980.000	0.00	0.00	0.00	465.89	2316.63	196012.83	196012.83	127062.80	68950.03
2+983.741	0.00	0.00	0.00	484.05	1776.84	196012.83	196012.83	128839.63	67173.20
2+985.000	0.00	0.00	0.00	491.72	614.27	196012.83	196012.83	129453.90	66558.93
2+990.000	0.00	0.00	0.00	527.39	2603.06	196012.83	196012.83	132056.96	63955.87
2+995.000	0.00	0.00	0.00	562.01	2785.36	196012.83	196012.83	134842.32	61170.51
3+000.000	0.00	0.00	0.00	595.93	2964.66	196012.83	196012.83	137806.98	58205.85
3+005.000	0.00	0.00	0.00	628.76	3141.06	196012.83	196012.83	140948.05	55064.78
3+010.000	0.00	0.00	0.00	631.54	3238.13	196012.83	196012.83	144186.18	51826.65
3+015.000	0.00	0.00	0.00	628.75	3243.39	196012.84	196012.84	147429.57	48583.27
3+020.000	0.00	0.00	0.00	623.88	3229.21	196012.85	196012.85	150658.78	45354.07
3+025.000	0.00	0.00	0.00	613.75	3195.66	196012.85	196012.85	153854.44	42158.40
3+030.000	0.00	0.00	0.00	592.88	3117.73	196012.85	196012.85	156972.18	39040.67
3+035.000	0.00	0.00	0.00	568.35	3000.01	196012.85	196012.85	159972.18	36040.66
3+040.000	0.00	0.00	0.00	542.48	2868.46	196012.85	196012.85	162840.64	33172.20
3+045.000	0.00	0.00	0.00	514.57	2727.46	196012.85	196012.85	165568.10	30444.74
3+050.000	0.00	0.00	0.00	499.64	2616.82	196012.85	196012.85	168184.92	27827.92
3+055.000	0.00	0.01	0.01	486.37	2546.39	196012.86	196012.86	170731.32	25281.54
3+060.000	0.00	0.01	0.01	471.01	2474.92	196012.87	196012.87	173206.24	22806.63
3+065.000	0.00	0.00	0.00	452.37	2388.84	196012.87	196012.87	175595.08	20417.79
3+070.000	0.00	0.00	0.00	438.29	2305.77	196012.87	196012.87	177900.85	18112.02
3+075.000	0.00	0.00	0.00	433.10	2257.12	196012.87	196012.87	180157.98	15854.90
3+080.000	0.00	0.00	0.00	435.88	2249.69	196012.88	196012.88	182407.67	13605.22
3+083.703	0.00	0.00	0.00	446.45	1633.68	196012.88	196012.88	184041.34	11971.54
3+085.000	0.00	0.00	0.00	451.82	582.48	196012.88	196012.88	184623.83	11389.05
3+090.000	0.00	0.00	0.00	479.79	2329.03	196012.88	196012.88	186952.86	9060.02
3+095.000	0.00	0.00	0.00	511.46	2478.12	196012.88	196012.88	189430.98	6581.90
3+100.000	0.00	0.00	0.00	542.19	2634.12	196012.88	196012.88	192065.10	3947.78
3+105.000	0.00	0.00	0.00	569.41	2778.99	196012.88	196012.88	194844.09	1168.79
3+110.000	0.00	0.00	0.00	594.65	2910.14	196012.88	196012.88	197754.23	-1741.35
3+115.000	0.00	0.00	0.00	618.40	3032.61	196012.88	196012.88	200786.84	-4773.96

3+120.000	0.00	0.00	0.00	638.72	3142.80	196012.88	196012.88	203929.64	-7916.76
3+125.000	0.00	0.00	0.00	644.76	3208.70	196012.88	196012.88	207138.34	-11125.46
3+130.000	0.00	0.00	0.00	636.94	3204.24	196012.88	196012.88	210342.58	-14329.70
3+135.000	0.00	0.00	0.00	625.65	3156.48	196012.88	196012.88	213499.07	-17486.18
3+140.000	0.00	0.00	0.00	599.68	3063.34	196012.88	196012.88	216562.40	-20549.52
3+145.000	0.00	0.00	0.00	572.46	2930.35	196012.88	196012.88	219492.75	-23479.87
3+150.000	0.09	0.24	0.24	546.78	2798.09	196013.12	196013.12	222290.85	-26277.73
3+153.703	0.00	0.17	0.17	541.07	2014.20	196013.29	196013.29	224305.05	-28291.76
3+160.000	0.00	0.00	0.00	543.56	3414.90	196013.29	196013.29	227719.95	-31706.66
3+180.000	0.00	0.00	0.00	635.54	11791.07	196013.29	196013.29	239511.02	-43497.73
3+200.000	0.00	0.00	0.00	861.41	14969.55	196013.29	196013.29	254480.57	-58467.28
3+220.000	0.00	0.00	0.00	706.97	15683.81	196013.29	196013.29	270164.38	-74151.09
3+240.000	0.00	0.00	0.00	400.08	11070.52	196013.29	196013.29	281234.90	-85221.61
3+260.000	0.00	0.00	0.00	343.49	7435.73	196013.29	196013.29	288670.63	-92657.34
3+280.000	0.00	0.00	0.00	251.39	5948.77	196013.29	196013.29	294619.40	-98606.11
3+300.000	4.41	44.14	44.14	229.90	4812.82	196057.44	196057.44	299432.22	-103374.79
3+320.000	4.82	92.37	92.37	155.11	3850.01	196149.80	196149.80	303282.24	-107132.44
3+340.000	15.72	205.42	205.42	121.80	2769.09	196355.22	196355.22	306051.33	-109696.11
3+360.000	13.14	288.60	288.60	85.95	2077.52	196643.82	196643.82	308128.84	-111485.02
3+380.000	29.90	430.45	430.45	100.82	1867.66	197074.27	197074.27	309996.51	-112922.24
3+400.000	24.14	540.47	540.47	112.33	2131.49	197614.73	197614.73	312128.00	-114513.26

Volume Report

Project: C:\Exp
 ortacion_Infrac
 orks\CIVO_202
 10228_Final_Pu
 entes_V4_Calcu
 lo
 Materiales.dwg
 Alignment: CIV
 O
 Sample Line
 Group: Sección
 es CIVO 2
 Start
 Sta: 3+424.667

End
Sta: 6+660.000

<u>Station</u>	<u>Cut Area</u> <u>(Sq.m.)</u>	<u>Cut</u> <u>Volume</u> <u>(Cu.m.)</u>	<u>Reusable</u> <u>Volume</u> <u>(Cu.m.)</u>	<u>Fill</u> <u>Area</u> <u>(Sq.m.)</u>	<u>Fill</u> <u>Volume</u> <u>(Cu.m.)</u>	<u>Cum. Cut</u> <u>Vol. (Cu.m.)</u>	<u>Cum.</u> <u>Reusable</u> <u>Vol.</u> <u>(Cu.m.)</u>	<u>Cum. Fill Vol.</u> <u>(Cu.m.)</u>	<u>Cum. Net Vol.</u> <u>(Cu.m.)</u>
3+424.667	45.18	0.00	0.00	68.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3+440.000	60.22	808.04	808.04	33.46	783.56	808.04	808.04	783.56	24.49
3+460.000	105.03	1652.46	1652.46	1.59	350.54	2460.50	2460.50	1134.10	1326.41
3+480.000	180.63	2856.52	2856.52	0.00	15.90	5317.03	5317.03	1150.00	4167.03
3+500.000	273.92	4545.48	4545.48	0.00	0.00	9862.50	9862.50	1150.00	8712.50
3+520.000	419.72	6936.41	6936.41	0.00	0.00	16798.91	16798.91	1150.00	15648.91
3+540.000	617.98	10377.01	10377.01	0.00	0.00	27175.92	27175.92	1150.00	26025.92
3+560.000	483.64	11016.18	11016.18	0.00	0.00	38192.09	38192.09	1150.00	37042.09
3+580.000	348.50	8321.40	8321.40	0.00	0.00	46513.49	46513.49	1150.00	45363.49
3+600.000	360.50	7090.04	7090.04	0.00	0.00	53603.53	53603.53	1150.00	52453.54
3+620.000	337.94	6984.44	6984.44	0.00	0.00	60587.98	60587.98	1150.00	59437.98
3+640.000	346.59	6845.33	6845.33	0.00	0.00	67433.31	67433.31	1150.00	66283.31
3+660.000	337.51	6841.01	6841.01	0.00	0.00	74274.32	74274.32	1150.00	73124.32
3+680.000	352.35	6898.62	6898.62	0.00	0.00	81172.94	81172.94	1150.00	80022.94
3+700.000	344.28	6966.31	6966.31	0.00	0.00	88139.24	88139.24	1150.00	86989.24
3+711.479	356.80	4023.67	4023.67	0.00	0.00	92162.91	92162.91	1150.00	91012.91
3+715.000	362.84	1267.09	1267.09	0.00	0.00	93430.00	93430.00	1150.00	92280.00
3+720.000	371.40	1844.66	1844.66	0.00	0.00	95274.65	95274.65	1150.00	94124.66
3+725.000	381.75	1891.79	1891.79	0.00	0.00	97166.44	97166.44	1150.00	96016.44
3+730.000	394.60	1949.05	1949.05	0.00	0.00	99115.49	99115.49	1150.00	97965.49
3+735.000	410.44	2019.91	2019.91	0.00	0.00	101135.40	101135.40	1150.00	99985.40
3+740.000	428.65	2104.30	2104.30	0.00	0.00	103239.71	103239.71	1150.00	102089.71
3+745.000	448.56	2197.41	2197.41	0.00	0.00	105437.11	105437.11	1150.00	104287.11
3+750.000	475.85	2309.23	2309.23	0.00	0.00	107746.34	107746.34	1150.00	106596.34
3+755.000	508.38	2448.40	2448.40	0.00	0.00	110194.75	110194.75	1150.00	109044.75
3+760.000	541.58	2599.41	2599.41	0.00	0.00	112794.16	112794.16	1150.00	111644.16
3+765.000	574.43	2749.72	2749.72	0.00	0.00	115543.88	115543.88	1150.00	114393.88
3+770.000	606.14	2895.98	2895.98	0.00	0.00	118439.85	118439.85	1150.00	117289.86
3+775.000	630.99	3022.56	3022.56	0.00	0.00	121462.41	121462.41	1150.00	120312.41

3+780.000	648.30	3112.16	3112.16	0.00	0.00	124574.57	124574.57	1150.00	123424.57
3+785.000	662.27	3173.46	3173.46	0.00	0.00	127748.03	127748.03	1150.00	126598.03
3+790.000	672.94	3220.61	3220.61	0.00	0.00	130968.65	130968.65	1150.00	129818.65
3+795.000	673.14	3239.86	3239.86	0.00	0.00	134208.50	134208.50	1150.00	133058.50
3+800.000	655.47	3192.61	3192.61	0.00	0.00	137401.11	137401.11	1150.00	136251.11
3+805.000	631.37	3083.56	3083.56	0.00	0.00	140484.67	140484.67	1150.00	139334.67
3+810.000	607.60	2958.59	2958.59	0.00	0.00	143443.26	143443.26	1150.00	142293.27
3+815.000	583.73	2835.10	2835.10	0.00	0.00	146278.37	146278.37	1150.00	145128.37
3+820.000	563.48	2719.76	2719.76	0.00	0.00	148998.13	148998.13	1150.00	147848.13
3+824.764	544.60	2639.51	2639.51	0.00	0.00	151637.64	151637.64	1150.00	150487.64
3+825.000	543.67	128.36	128.36	0.00	0.00	151766.00	151766.00	1150.00	150616.00
3+830.000	524.04	2509.74	2509.74	0.00	0.00	154275.74	154275.74	1150.00	153125.74
3+835.000	503.60	2405.60	2405.60	0.00	0.00	156681.34	156681.34	1150.00	155531.34
3+840.000	466.04	2262.70	2262.70	0.04	0.10	158944.04	158944.04	1150.10	157793.94
3+845.000	457.39	2147.36	2147.36	0.00	0.10	161091.40	161091.40	1150.20	159941.20
3+850.000	495.12	2201.40	2201.40	0.00	0.00	163292.80	163292.80	1150.20	162142.60
3+855.000	484.60	2253.35	2253.35	0.00	0.00	165546.15	165546.15	1150.20	164395.95
3+860.000	478.51	2211.75	2211.75	0.00	0.00	167757.90	167757.90	1150.20	166607.70
3+865.000	468.89	2180.30	2180.30	0.00	0.00	169938.20	169938.20	1150.20	168788.01
3+870.000	464.45	2159.29	2159.29	0.00	0.00	172097.49	172097.49	1150.20	170947.30
3+875.000	461.45	2154.87	2154.87	0.00	0.00	174252.37	174252.37	1150.20	173102.17
3+880.000	457.13	2150.76	2150.76	0.00	0.00	176403.13	176403.13	1150.20	175252.93
3+885.000	440.86	2112.54	2112.54	0.00	0.00	178515.67	178515.67	1150.20	177365.47
3+890.000	425.70	2045.93	2045.93	0.00	0.00	180561.59	180561.59	1150.20	179411.40
3+895.000	406.93	1973.16	1973.16	0.00	0.00	182534.76	182534.76	1150.20	181384.56

3+900.000	392.85	1903.45	1903.45	0.00	0.00	184438.21	184438.21	1150.20	183288.01
3+905.000	376.29	1838.18	1838.18	0.00	0.00	186276.38	186276.38	1150.20	185126.19
3+910.000	349.25	1739.98	1739.98	0.00	0.00	188016.36	188016.36	1150.20	186866.16
3+915.000	319.50	1609.30	1609.30	0.00	0.00	189625.66	189625.66	1150.20	188475.47
3+920.000	293.99	1481.54	1481.54	0.00	0.00	191107.20	191107.20	1150.20	189957.01
3+925.000	279.43	1388.47	1388.47	0.00	0.00	192495.67	192495.67	1150.20	191345.47
3+930.000	270.88	1334.26	1334.26	0.00	0.00	193829.93	193829.93	1150.20	192679.73
3+935.000	272.87	1319.11	1319.11	0.00	0.00	195149.03	195149.03	1150.20	193998.84
3+938.050	275.13	835.61	835.61	0.00	0.00	195984.65	195984.65	1150.20	194834.45
3+940.000	276.60	538.02	538.02	0.00	0.00	196522.67	196522.67	1150.20	195372.47
3+960.000	313.89	5904.85	5904.85	0.00	0.00	202427.52	202427.52	1150.20	201277.32
3+980.000	422.36	7362.50	7362.50	0.00	0.00	209790.01	209790.01	1150.20	208639.82
4+000.000	465.02	8873.83	8873.83	0.00	0.00	218663.85	218663.85	1150.20	217513.65
4+020.000	452.64	9176.61	9176.61	0.00	0.00	227840.46	227840.46	1150.20	226690.26
4+040.000	364.01	8166.49	8166.49	0.00	0.00	236006.95	236006.95	1150.20	234856.75
4+060.000	220.74	5847.47	5847.47	0.00	0.00	241854.42	241854.42	1150.20	240704.22
4+080.000	108.01	3287.48	3287.48	0.00	0.00	245141.90	245141.90	1150.20	243991.70
4+100.000	116.80	2248.11	2248.11	0.00	0.00	247390.02	247390.02	1150.20	246239.82
4+120.000	86.05	2028.50	2028.50	0.00	0.00	249418.52	249418.52	1150.20	248268.32
4+140.000	112.67	1987.20	1987.20	0.00	0.00	251405.72	251405.72	1150.20	250255.52
4+160.000	160.71	2733.85	2733.85	0.00	0.00	254139.57	254139.57	1150.20	252989.37
4+180.000	282.94	4436.53	4436.53	0.00	0.00	258576.10	258576.10	1150.20	257425.90
4+200.000	281.96	5649.00	5649.00	0.00	0.00	264225.10	264225.10	1150.20	263074.90
4+220.000	241.96	5239.23	5239.23	0.00	0.00	269464.33	269464.33	1150.20	268314.14
4+240.000	254.30	4962.59	4962.59	0.00	0.00	274426.92	274426.92	1150.20	273276.73

4+260.000	267.87	5221.69	5221.69	0.00	0.00	279648.62	279648.62	1150.20	278498.42
4+280.000	299.46	5673.36	5673.36	0.00	0.00	285321.97	285321.97	1150.20	284171.78
4+300.000	227.43	5268.93	5268.93	0.00	0.00	290590.90	290590.90	1150.20	289440.70
4+320.000	79.47	3068.94	3068.94	4.15	41.51	293659.84	293659.84	1191.71	292468.13
4+340.000	17.29	967.60	967.60	2.43	65.79	294627.44	294627.44	1257.50	293369.95
4+360.000	37.88	551.71	551.71	0.58	30.04	295179.15	295179.15	1287.54	293891.61
4+380.000	88.60	1264.80	1264.80	0.00	5.76	296443.95	296443.95	1293.30	295150.65
4+400.000	134.50	2231.00	2231.00	0.00	0.00	298674.96	298674.96	1293.30	297381.65
4+420.000	148.14	2826.37	2826.37	0.00	0.00	301501.33	301501.33	1293.30	300208.03
4+440.000	119.90	2680.37	2680.37	0.00	0.00	304181.70	304181.70	1293.30	302888.40
4+460.000	69.92	1898.12	1898.12	0.02	0.18	306079.82	306079.82	1293.48	304786.35
4+480.000	53.84	1237.52	1237.52	0.04	0.53	307317.34	307317.34	1294.01	306023.33
4+500.000	20.23	740.69	740.69	2.67	27.02	308058.03	308058.03	1321.03	306737.00
4+520.000	3.82	240.50	240.50	14.17	168.32	308298.53	308298.53	1489.35	306809.18
4+540.000	0.00	38.17	38.17	60.37	745.33	308336.70	308336.70	2234.67	306102.03
4+560.000	0.00	0.00	0.00	66.37	1267.37	308336.70	308336.70	3502.05	304834.66
4+580.000	0.00	0.00	0.00	63.73	1301.00	308336.70	308336.70	4803.04	303533.66
4+600.000	0.00	0.00	0.00	75.11	1388.41	308336.70	308336.70	6191.46	302145.25
4+620.000	0.00	0.00	0.00	87.10	1622.07	308336.70	308336.70	7813.53	300523.18
4+640.000	0.00	0.00	0.00	183.63	2707.23	308336.70	308336.70	10520.75	297815.95
4+660.000	0.00	0.00	0.00	335.53	5191.55	308336.70	308336.70	15712.30	292624.40
4+680.000	0.00	0.00	0.00	527.84	8633.66	308336.70	308336.70	24345.97	283990.74
4+700.000	0.00	0.00	0.00	610.11	11379.4 ₈	308336.70	308336.70	35725.45	272611.25
4+720.000	0.00	0.00	0.00	664.06	12741.7 ₃	308336.70	308336.70	48467.18	259869.53
4+740.000	0.00	0.00	0.00	657.62	13216.8 ₈	308336.70	308336.70	61684.06	246652.65

4+760.000	0.00	0.00	0.00	632.25	12898.7 3	308336.70	308336.70	74582.79	233753.92
4+780.000	0.00	0.00	0.00	600.42	12326.6 4	308336.70	308336.70	86909.43	221427.27
4+800.000	0.00	0.00	0.00	601.74	12021.5 6	308336.70	308336.70	98930.99	209405.71
4+820.000	0.00	0.00	0.00	588.53	11902.6 7	308336.70	308336.70	110833.66	197503.04
4+840.000	0.00	0.00	0.00	511.73	11002.5 4	308336.70	308336.70	121836.20	186500.51
4+860.000	0.00	0.00	0.00	419.52	9312.49	308336.70	308336.70	131148.69	177188.02
4+880.000	0.00	0.00	0.00	420.16	8396.85	308336.70	308336.70	139545.54	168791.17
4+900.000	0.00	0.00	0.00	436.84	8570.05	308336.70	308336.70	148115.58	160221.12
4+920.000	0.00	0.00	0.00	467.41	9042.48	308336.70	308336.70	157158.06	151178.64
4+940.000	0.00	0.00	0.00	431.49	8988.91	308336.70	308336.70	166146.98	142189.73
4+960.000	0.00	0.00	0.00	413.03	8445.16	308336.70	308336.70	174592.14	133744.57
4+980.000	0.00	0.00	0.00	459.47	8725.00	308336.70	308336.70	183317.14	125019.56
4+994.121	0.00	0.00	0.00	497.34	6755.78	308336.70	308336.70	190072.92	118263.78
4+995.000	0.00	0.00	0.00	499.31	437.81	308336.70	308336.70	190510.73	117825.98
5+000.000	0.00	0.00	0.00	510.48	2524.47	308336.70	308336.70	193035.20	115301.51
5+005.000	0.00	0.00	0.00	523.20	2584.20	308336.70	308336.70	195619.40	112717.31
5+010.000	0.00	0.00	0.00	534.42	2644.05	308336.70	308336.70	198263.44	110073.26
5+015.000	0.00	0.00	0.00	538.94	2683.41	308336.71	308336.71	200946.85	107389.86
5+020.000	0.00	0.00	0.00	536.46	2688.51	308336.71	308336.71	203635.36	104701.35
5+025.000	0.00	0.00	0.00	525.62	2655.22	308336.71	308336.71	206290.58	102046.13
5+030.000	0.00	0.00	0.00	512.30	2594.81	308336.71	308336.71	208885.39	99451.33
5+035.000	0.00	0.00	0.00	503.40	2539.24	308336.71	308336.71	211424.63	96912.08
5+040.000	0.00	0.00	0.00	493.72	2492.78	308336.71	308336.71	213917.41	94419.31
5+045.000	0.00	0.00	0.00	476.98	2426.74	308336.71	308336.71	216344.14	91992.57
5+050.000	0.00	0.00	0.00	453.23	2325.54	308336.71	308336.71	218669.68	89667.03

5+055.000	0.02	0.04	0.04	428.67	2204.75	308336.75	308336.75	220874.44	87462.31
5+060.000	0.00	0.04	0.04	404.53	2083.00	308336.79	308336.79	222957.44	85379.35
5+064.121	0.00	0.00	0.00	386.08	1629.23	308336.79	308336.79	224586.66	83750.13
5+065.000	0.00	0.00	0.00	382.63	337.68	308336.79	308336.79	224924.34	83412.45
5+070.000	0.00	0.00	0.00	367.18	1852.06	308336.79	308336.79	226776.40	81560.39
5+075.000	0.00	0.00	0.00	360.28	1799.01	308336.79	308336.79	228575.40	79761.39
5+080.000	0.00	0.00	0.00	358.95	1780.53	308336.79	308336.79	230355.94	77980.85
5+085.000	0.07	0.20	0.20	355.80	1770.56	308336.99	308336.99	232126.50	76210.49
5+090.000	0.00	0.20	0.20	352.79	1755.41	308337.20	308337.20	233881.91	74455.29
5+095.000	0.00	0.00	0.00	355.39	1755.36	308337.20	308337.20	235637.27	72699.93
5+100.000	0.00	0.00	0.00	365.85	1790.27	308337.20	308337.20	237427.53	70909.66
5+105.000	0.02	0.04	0.04	385.27	1866.71	308337.24	308337.24	239294.25	69042.99
5+110.000	0.00	0.04	0.04	402.56	1958.58	308337.28	308337.28	241252.83	67084.46
5+115.000	0.00	0.00	0.00	422.33	2050.70	308337.29	308337.29	243303.53	65033.76
5+120.000	0.00	0.00	0.00	445.34	2157.59	308337.30	308337.30	245461.11	62876.18
5+125.000	0.00	0.00	0.00	470.12	2276.05	308337.30	308337.30	247737.16	60600.14
5+130.000	0.00	0.00	0.00	493.11	2393.45	308337.30	308337.30	250130.61	58206.69
5+135.000	0.04	0.12	0.12	518.76	2513.99	308337.42	308337.42	252644.60	55692.82
5+140.000	0.00	0.12	0.12	545.24	2645.08	308337.54	308337.54	255289.68	53047.87
5+145.000	0.00	0.00	0.00	571.37	2779.19	308337.54	308337.54	258068.86	50268.68
5+150.000	0.00	0.00	0.00	596.06	2910.90	308337.54	308337.54	260979.76	47357.78
5+155.000	0.00	0.00	0.00	620.95	3041.21	308337.54	308337.54	264020.98	44316.57
5+160.000	0.00	0.00	0.00	644.97	3171.13	308337.54	308337.54	267192.11	41145.44
5+165.000	0.00	0.00	0.00	661.32	3278.85	308337.54	308337.54	270470.96	37866.58
5+170.000	0.00	0.00	0.00	654.59	3307.53	308337.54	308337.54	273778.49	34559.06

5+171.690	0.00	0.00	0.00	650.86	1102.91	308337.54	308337.54	274881.39	33456.15
5+175.000	0.00	0.00	0.00	643.21	2141.89	308337.54	308337.54	277023.29	31314.25
5+180.000	0.00	0.00	0.00	629.78	3210.13	308337.54	308337.54	280233.42	28104.12
5+185.000	0.00	0.00	0.00	604.42	3114.03	308337.55	308337.55	283347.44	24990.10
5+190.000	0.00	0.00	0.00	555.30	2922.84	308337.55	308337.55	286270.29	22067.26
5+195.000	0.00	0.00	0.00	484.21	2617.62	308337.55	308337.55	288887.91	19449.65
5+200.000	0.00	0.00	0.00	408.08	2247.25	308337.55	308337.55	291135.15	17202.40
5+205.000	0.00	0.00	0.00	330.17	1857.29	308337.55	308337.55	292992.44	15345.11
5+210.000	0.00	0.00	0.00	253.58	1462.67	308337.55	308337.55	294455.11	13882.45
5+215.000	0.00	0.00	0.00	190.42	1105.29	308337.55	308337.55	295560.40	12777.15
5+220.000	0.00	0.00	0.00	145.84	829.81	308337.55	308337.55	296390.21	11947.34
5+225.000	0.38	1.05	1.05	118.08	645.76	308338.60	308338.60	297035.97	11302.63
5+230.000	0.00	1.05	1.05	101.12	534.50	308339.64	308339.64	297570.47	10769.17
5+235.000	0.00	0.01	0.01	87.05	459.19	308339.65	308339.65	298029.66	10309.99
5+240.000	0.00	0.01	0.01	76.84	400.25	308339.67	308339.67	298429.92	9909.75
5+245.000	0.00	0.01	0.01	73.57	366.98	308339.68	308339.68	298796.90	9542.78
5+250.000	0.17	0.46	0.46	74.85	360.88	308340.14	308340.14	299157.78	9182.37
5+255.000	0.03	0.53	0.53	79.70	374.39	308340.67	308340.67	299532.17	8808.50
5+260.000	0.00	0.08	0.08	88.90	408.47	308340.75	308340.75	299940.64	8400.11
5+265.000	0.00	0.00	0.00	98.12	454.66	308340.75	308340.75	300395.30	7945.45
5+270.000	0.00	0.00	0.00	103.92	492.68	308340.75	308340.75	300887.97	7452.77
5+275.000	0.00	0.00	0.00	101.68	501.49	308340.75	308340.75	301389.47	6951.28
5+279.258	0.00	0.00	0.00	93.73	416.03	308340.75	308340.75	301805.50	6535.25
5+280.000	0.00	0.00	0.00	91.88	68.87	308340.75	308340.75	301874.36	6466.38
5+285.000	0.04	0.10	0.10	85.22	442.76	308340.85	308340.85	302317.12	6023.73

5+290.000	0.00	0.10	0.10	87.49	431.77	308340.95	308340.95	302748.89	5592.06
5+295.000	0.00	0.01	0.01	91.69	447.95	308340.96	308340.96	303196.85	5144.12
5+300.000	0.00	0.01	0.01	95.51	468.00	308340.97	308340.97	303664.85	4676.12
5+305.000	0.00	0.00	0.00	98.42	484.81	308340.98	308340.98	304149.66	4191.32
5+310.000	0.00	0.00	0.00	96.65	487.66	308340.98	308340.98	304637.31	3703.67
5+315.000	0.00	0.01	0.01	92.09	471.86	308340.99	308340.99	305109.17	3231.83
5+320.000	0.00	0.01	0.01	89.91	455.02	308341.01	308341.01	305564.19	2776.82
5+325.000	0.00	0.02	0.02	91.10	452.53	308341.03	308341.03	306016.71	2324.32
5+330.000	0.00	0.02	0.02	94.26	463.38	308341.05	308341.05	306480.10	1860.95
5+335.000	0.00	0.00	0.00	99.07	483.31	308341.06	308341.06	306963.41	1377.64
5+340.000	0.00	0.00	0.00	105.73	512.00	308341.06	308341.06	307475.41	865.65
5+345.000	0.00	0.00	0.00	110.93	541.65	308341.06	308341.06	308017.06	324.00
5+349.258	0.00	0.00	0.00	106.69	463.29	308341.06	308341.06	308480.35	-139.29
5+360.000	0.00	0.00	0.00	87.90	1045.11	308341.06	308341.06	309525.46	-1184.40
5+380.000	0.00	0.00	0.00	71.59	1594.90	308341.06	308341.06	311120.36	-2779.30
5+400.000	0.00	0.00	0.00	59.79	1313.86	308341.06	308341.06	312434.22	-4093.16
5+420.000	0.04	0.38	0.38	24.19	839.77	308341.44	308341.44	313273.99	-4932.55
5+440.000	15.21	152.44	152.44	9.34	335.24	308493.88	308493.88	313609.23	-5115.35
5+460.000	57.61	728.17	728.17	0.00	93.38	309222.05	309222.05	313702.62	-4480.56
5+480.000	91.81	1494.23	1494.23	0.00	0.00	310716.28	310716.28	313702.62	-2986.34
5+500.000	102.22	1940.32	1940.32	0.00	0.00	312656.60	312656.60	313702.62	-1046.02
5+520.000	88.78	1910.03	1910.03	0.00	0.00	314566.63	314566.63	313702.62	864.01
5+540.000	63.60	1523.86	1523.86	0.00	0.00	316090.49	316090.49	313702.62	2387.87
5+560.000	55.66	1192.67	1192.67	0.00	0.00	317283.15	317283.15	313702.62	3580.53
5+580.000	3.91	595.75	595.75	18.57	185.66	317878.90	317878.90	313888.28	3990.62

5+600.000	0.00	39.11	39.11	137.22	1557.84	317918.01	317918.01	315446.12	2471.90
5+620.000	0.00	0.00	0.00	378.92	5161.35	317918.01	317918.01	320607.46	-2689.45
5+640.000	0.00	0.00	0.00	664.67	10435.8 ₉	317918.01	317918.01	331043.35	-13125.33
5+660.000	0.00	0.00	0.00	889.47	15541.4 ₄	317918.01	317918.01	346584.79	-28666.78
5+680.000	0.00	0.00	0.00	933.78	18232.5 ₃	317918.01	317918.01	364817.32	-46899.30
5+700.000	0.00	0.00	0.00	897.16	18309.4 ₀	317918.01	317918.01	383126.71	-65208.70
5+720.000	0.00	0.00	0.00	825.80	17229.6 ₃	317918.01	317918.01	400356.34	-82438.33
5+740.000	0.00	0.00	0.00	736.40	15621.9 ₉	317918.01	317918.01	415978.33	-98060.32
5+760.000	0.00	0.00	0.00	559.73	12961.3 ₁	317918.01	317918.01	428939.64	-111021.63
5+780.000	0.00	0.00	0.00	402.52	9622.55	317918.01	317918.01	438562.18	-120644.17
5+800.000	0.00	0.00	0.00	272.17	6746.89	317918.01	317918.01	445309.07	-127391.06
5+820.000	0.00	0.00	0.00	198.63	4707.97	317918.01	317918.01	450017.04	-132099.03
5+840.000	6.06	60.57	60.57	84.93	2835.56	317978.58	317978.58	452852.60	-134874.02
5+860.000	67.49	735.51	735.51	20.91	1058.40	318714.09	318714.09	453911.00	-135196.91
5+873.737	127.95	1342.40	1342.40	2.84	163.13	320056.50	320056.50	454074.13	-134017.63
5+875.000	129.41	162.49	162.49	2.17	3.16	320218.99	320218.99	454077.29	-133858.31
5+880.000	130.65	650.15	650.15	0.12	5.74	320869.14	320869.14	454083.03	-133213.90
5+885.000	138.23	672.20	672.20	0.00	0.30	321541.33	321541.33	454083.34	-132542.00
5+890.000	151.79	725.06	725.06	0.00	0.00	322266.39	322266.39	454083.34	-131816.95

5+895.000	170.64	806.08	806.08	0.00	0.00	323072.46	323072.46	454083.34	-131010.87
5+898.738	188.03	670.41	670.41	0.00	0.00	323742.88	323742.88	454083.34	-130340.46
5+900.000	194.41	241.25	241.25	0.00	0.00	323984.12	323984.12	454083.34	-130099.22
5+905.000	212.42	1017.06	1017.06	0.00	0.00	325001.18	325001.18	454083.34	-129082.16
5+910.000	204.55	1042.41	1042.41	0.00	0.00	326043.60	326043.60	454083.34	-128039.75
5+915.000	192.90	993.62	993.62	0.00	0.00	327037.22	327037.22	454083.34	-127046.13
5+920.000	182.37	938.17	938.17	0.00	0.00	327975.39	327975.39	454083.34	-126107.95
5+923.739	175.27	668.69	668.69	0.00	0.00	328644.08	328644.08	454083.34	-125439.26
5+940.000	152.24	2662.76	2662.76	0.00	0.00	331306.84	331306.84	454083.34	-122776.50
5+960.000	120.02	2722.59	2722.59	0.00	0.00	334029.43	334029.43	454083.34	-120053.91
5+980.000	116.29	2363.03	2363.03	0.00	0.00	336392.46	336392.46	454083.34	-117690.88
6+000.000	86.51	2027.99	2027.99	0.00	0.00	338420.45	338420.45	454083.34	-115662.89
6+020.000	11.91	984.23	984.23	7.02	70.16	339404.68	339404.68	454153.50	-114748.83
6+040.000	3.83	157.37	157.37	18.14	251.61	339562.04	339562.04	454405.11	-114843.07
6+060.000	40.40	442.23	442.23	5.09	232.29	340004.27	340004.27	454637.40	-114633.13
6+080.000	101.46	1418.52	1418.52	0.08	51.66	341422.79	341422.79	454689.06	-113266.27

6+100.000	182.38	2838.32	2838.32	0.00	0.81	344261.11	344261.11	454689.87	-110428.76
6+120.000	258.15	4405.29	4405.29	0.00	0.00	348666.41	348666.41	454689.87	-106023.46
6+140.000	349.77	6079.21	6079.21	0.00	0.00	354745.62	354745.62	454689.87	-99944.25
6+160.000	416.63	7664.01	7664.01	0.00	0.00	362409.63	362409.63	454689.87	-92280.24
6+180.000	396.08	8127.17	8127.17	0.00	0.00	370536.80	370536.80	454689.87	-84153.07
6+200.000	312.53	7086.08	7086.08	0.00	0.00	377622.88	377622.88	454689.87	-77066.99
6+220.000	204.39	5169.20	5169.20	0.00	0.00	382792.08	382792.08	454689.87	-71897.79
6+240.000	116.94	3213.33	3213.33	0.00	0.00	386005.41	386005.41	454689.87	-68684.46
6+260.000	59.97	1769.07	1769.07	2.60	26.00	387774.49	387774.49	454715.87	-66941.39
6+280.000	21.96	819.29	819.29	14.64	172.41	388593.78	388593.78	454888.28	-66294.51
6+300.000	4.15	261.14	261.14	23.80	384.43	388854.92	388854.92	455272.72	-66417.79
6+320.000	0.30	44.57	44.57	19.33	431.34	388899.49	388899.49	455704.05	-66804.56
6+340.000	10.20	105.01	105.01	5.69	250.19	389004.50	389004.50	455954.24	-66949.74
6+360.000	79.79	899.93	899.93	0.00	56.88	389904.43	389904.43	456011.12	-66106.69
6+380.000	178.33	2581.27	2581.27	0.00	0.00	392485.70	392485.70	456011.12	-63525.42
6+400.000	270.73	4490.60	4490.60	0.00	0.00	396976.30	396976.30	456011.12	-59034.82
6+420.000	366.45	6371.80	6371.80	0.00	0.00	403348.10	403348.10	456011.12	-52663.02
6+440.000	465.60	8320.51	8320.51	0.00	0.00	411668.62	411668.62	456011.12	-44342.51
6+460.000	508.57	9741.70	9741.70	0.00	0.00	421410.32	421410.32	456011.12	-34600.80
6+480.000	511.20	10197.69	10197.69	0.00	0.00	431608.01	431608.01	456011.12	-24403.11
6+500.000	448.31	9595.06	9595.06	0.00	0.00	441203.07	441203.07	456011.12	-14808.05
6+520.000	346.69	7950.00	7950.00	0.00	0.00	449153.07	449153.07	456011.12	-6858.05
6+540.000	208.53	5552.22	5552.22	0.00	0.00	454705.29	454705.29	456011.12	-1305.83
6+560.000	53.87	2623.98	2623.98	32.61	326.09	457329.27	457329.27	456337.22	992.06

6+580.000	4.48	583.45	583.45	86.48	1190.86	457912.72	457912.72	457528.08	384.65
6+600.000	0.00	44.77	44.77	167.43	2539.07	457957.49	457957.49	460067.15	-2109.66
6+620.000	0.00	0.00	0.00	246.47	4139.00	457957.49	457957.49	464206.16	-6248.66
6+640.000	0.00	0.00	0.00	460.22	7066.85	457957.49	457957.49	471273.01	-13315.52
6+660.000	0.00	0.00	0.00	805.29	12655.05	457957.49	457957.49	483928.06	-25970.57

Volume Report

Project: C:\cf.svs

Alignment: CIVO

Sample Line

Group: Seccion CIVO
3

Start Sta: 6+920.000

End Sta: 11+459.884

<u>Station</u>	<u>Cut Area</u> <u>(Sq.m.)</u>	<u>Cut</u> <u>Volume</u> <u>(Cu.m.)</u>	<u>Reusable</u> <u>Volume</u> <u>(Cu.m.)</u>	<u>Fill Area</u> <u>(Sq.m.)</u>	<u>Fill</u> <u>Volume</u> <u>(Cu.m.)</u>	<u>Cum. Cut</u> <u>Vol. (Cu.m.)</u>	<u>Cum.</u> <u>Reusable Vol.</u> <u>(Cu.m.)</u>	<u>Cum. Fill</u> <u>Vol. (Cu.m.)</u>	<u>Cum. Net</u> <u>Vol. (Cu.m.)</u>
6+920.000	0.00	0.00	0.00	1077.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6+940.000	0.00	0.00	0.00	694.47	17715.54	0.00	0.00	17715.54	-17715.54
6+960.000	0.00	0.00	0.00	479.89	11743.58	0.00	0.00	29459.12	-29459.12
6+980.000	0.00	0.00	0.00	420.89	9007.83	0.00	0.00	38466.95	-38466.95
7+000.000	0.00	0.00	0.00	316.52	7374.13	0.00	0.00	45841.09	-45841.09
7+020.000	0.00	0.00	0.00	225.46	5419.78	0.00	0.00	51260.87	-51260.87
7+033.643	0.00	0.00	0.00	177.98	2752.01	0.00	0.00	54012.87	-54012.87
7+035.000	0.00	0.00	0.00	176.86	240.77	0.00	0.00	54253.64	-54253.64
7+040.000	0.00	0.00	0.00	176.37	853.37	0.00	0.00	55107.02	-55107.02
7+045.000	0.00	0.00	0.00	180.96	866.06	0.00	0.00	55973.08	-55973.08
7+050.000	0.00	0.00	0.00	188.19	895.62	0.01	0.01	56868.71	-56868.69
7+052.980	0.00	0.00	0.00	189.15	562.15	0.01	0.01	57430.86	-57430.84
7+055.000	0.00	0.00	0.00	185.68	378.66	0.01	0.01	57809.51	-57809.50

7+060.000	0.00	0.00	0.00	178.52	884.40	0.01	0.01	58693.91	-58693.90
7+065.000	0.02	0.06	0.06	175.15	859.71	0.07	0.07	59553.62	-59553.55
7+070.000	0.00	0.06	0.06	174.53	851.19	0.13	0.13	60404.81	-60404.68
7+072.316	0.00	0.00	0.00	176.42	406.44	0.13	0.13	60811.25	-60811.12
7+080.000	0.00	0.00	0.00	189.66	1406.42	0.13	0.13	62217.67	-62217.54
7+100.000	0.00	0.00	0.00	197.58	3872.37	0.13	0.13	66090.04	-66089.91
7+120.000	0.00	0.00	0.00	303.71	5012.81	0.13	0.13	71102.85	-71102.72
7+140.000	0.00	0.00	0.00	343.35	6470.57	0.13	0.13	77573.42	-77573.28
7+160.000	0.00	0.00	0.00	316.66	6600.14	0.13	0.13	84173.56	-84173.43
7+180.000	0.00	0.00	0.00	291.70	6083.61	0.13	0.13	90257.18	-90257.04
7+200.000	0.00	0.00	0.00	259.71	5514.09	0.13	0.13	95771.27	-95771.13
7+220.000	0.00	0.00	0.00	167.33	4270.45	0.13	0.13	100041.72	-100041.58
7+240.000	0.00	0.00	0.00	76.70	2440.38	0.13	0.13	102482.10	-102481.97
7+260.000	9.64	96.37	96.37	10.01	867.12	96.50	96.50	103349.22	-103252.72
7+280.000	112.74	1223.80	1223.80	0.00	100.07	1320.30	1320.30	103449.29	-102128.99
7+300.000	250.27	3630.15	3630.15	0.00	0.00	4950.44	4950.44	103449.29	-98498.85
7+320.000	360.53	6108.05	6108.05	0.00	0.00	11058.49	11058.49	103449.29	-92390.79
7+340.000	420.49	7810.28	7810.28	0.00	0.00	18868.78	18868.78	103449.29	-84580.51
7+360.000	444.36	8648.59	8648.59	0.00	0.00	27517.37	27517.37	103449.29	-75931.92
7+380.000	388.60	8329.62	8329.62	0.00	0.00	35846.98	35846.98	103449.29	-67602.31
7+400.000	353.44	7420.42	7420.42	0.00	0.00	43267.40	43267.40	103449.29	-60181.89
7+420.000	325.26	6787.02	6787.02	0.00	0.00	50054.42	50054.42	103449.29	-53394.87
7+440.000	291.95	6172.08	6172.08	0.00	0.00	56226.50	56226.50	103449.29	-47222.79
7+460.000	230.43	5223.83	5223.83	0.00	0.00	61450.33	61450.33	103449.29	-41998.96
7+480.000	139.76	3701.92	3701.92	0.00	0.00	65152.25	65152.25	103449.29	-38297.04
7+500.000	81.20	2209.58	2209.58	0.00	0.00	67361.83	67361.83	103449.29	-36087.46
7+520.000	46.32	1275.21	1275.21	0.00	0.05	68637.04	68637.04	103449.33	-34812.29
7+540.000	53.65	999.76	999.76	0.00	0.05	69636.80	69636.80	103449.38	-33812.58
7+560.000	125.52	1791.75	1791.75	0.00	0.00	71428.55	71428.55	103449.38	-32020.83
7+580.000	200.08	3255.98	3255.98	0.00	0.00	74684.52	74684.52	103449.38	-28764.86
7+600.000	260.87	4609.41	4609.41	0.00	0.00	79293.93	79293.93	103449.38	-24155.45
7+620.000	274.42	5352.90	5352.90	0.00	0.00	84646.83	84646.83	103449.38	-18802.55
7+640.000	297.97	5723.97	5723.97	0.00	0.00	90370.81	90370.81	103449.38	-13078.57
7+660.000	330.62	6285.92	6285.92	0.00	0.00	96656.73	96656.73	103449.38	-6792.65
7+680.000	351.91	6825.29	6825.29	0.00	0.00	103482.02	103482.02	103449.38	32.64
7+700.000	344.41	6963.16	6963.16	0.00	0.00	110445.18	110445.18	103449.38	6995.80
7+720.000	211.29	5557.00	5557.00	0.00	0.00	116002.18	116002.18	103449.38	12552.80
7+740.000	74.55	2858.39	2858.39	0.00	0.00	118860.58	118860.58	103449.38	15411.20
7+760.000	0.00	745.45	745.45	32.74	327.42	119606.03	119606.03	103776.80	15829.23

7+780.000	0.00	0.00	0.00	100.99	1337.33	119606.03	119606.03	105114.13	14491.90
7+800.000	0.00	0.00	0.00	179.57	2805.65	119606.03	119606.03	107919.78	11686.24
7+820.000	0.00	0.00	0.00	300.26	4798.33	119606.03	119606.03	112718.11	6887.92
7+840.000	0.00	0.00	0.00	479.92	7801.76	119606.03	119606.03	120519.87	-913.85
7+860.000	0.00	0.00	0.00	609.75	10896.62	119606.03	119606.03	131416.50	-11810.47
7+880.000	0.00	0.00	0.00	651.58	12613.27	119606.03	119606.03	144029.76	-24423.74
7+900.000	0.00	0.00	0.00	583.10	12346.84	119606.03	119606.03	156376.60	-36770.58
7+920.000	0.00	0.00	0.00	507.11	10902.13	119606.03	119606.03	167278.73	-47672.70
7+940.000	0.00	0.00	0.00	468.70	9758.15	119606.03	119606.03	177036.88	-57430.85
7+960.000	0.00	0.00	0.00	417.92	8866.27	119606.03	119606.03	185903.15	-66297.12
7+980.000	0.00	0.00	0.00	371.76	7896.80	119606.03	119606.03	193799.94	-74193.92
8+000.000	0.00	0.00	0.00	347.07	7188.29	119606.03	119606.03	200988.24	-81382.21
8+020.000	0.00	0.00	0.00	249.97	5970.42	119606.03	119606.03	206958.66	-87352.63
8+040.000	0.00	0.00	0.00	172.08	4220.52	119606.03	119606.03	211179.17	-91573.15
8+060.000	0.00	0.00	0.00	68.63	2407.10	119606.03	119606.03	213586.28	-93980.25
8+080.000	2.14	21.45	21.45	22.74	913.72	119627.47	119627.47	214500.00	-94872.53
8+100.000	18.02	201.61	201.61	2.34	250.87	119829.09	119829.09	214750.88	-94921.79
8+120.000	7.66	256.78	256.78	19.59	219.28	120085.86	120085.86	214970.16	-94884.30
8+140.000	3.05	107.09	107.09	33.82	534.04	120192.95	120192.95	215504.20	-95311.25
8+160.000	0.00	30.48	30.48	76.41	1102.25	120223.43	120223.43	216606.45	-96383.02
8+180.000	0.00	0.00	0.00	56.40	1328.07	120223.43	120223.43	217934.52	-97711.09
8+200.000	0.00	0.00	0.00	65.59	1219.87	120223.43	120223.43	219154.39	-98930.96
8+220.000	0.00	0.00	0.00	89.10	1546.86	120223.43	120223.43	220701.25	-100477.82
8+240.000	0.00	0.00	0.00	126.89	2159.94	120223.43	120223.43	222861.19	-102637.76
8+260.000	0.00	0.00	0.00	163.13	2900.27	120223.43	120223.43	225761.46	-105538.03

8+280.000	0.00	0.00	0.00	191.17	3543.01	120223.43	120223.43	229304.47	-109081.04
8+300.000	0.00	0.00	0.00	240.21	4313.80	120223.43	120223.43	233618.27	-113394.84
8+320.000	0.00	0.00	0.00	293.21	5334.19	120223.43	120223.43	238952.46	-118729.03
8+340.000	0.00	0.00	0.00	356.75	6499.57	120223.43	120223.43	245452.02	-125228.59
8+360.000	0.00	0.00	0.00	417.86	7746.12	120223.43	120223.43	253198.14	-132974.72
8+367.382	0.00	0.00	0.00	443.51	3179.15	120223.43	120223.43	256377.29	-136153.86
8+370.000	0.00	0.00	0.00	453.07	1173.79	120223.43	120223.43	257551.08	-137327.65
8+375.000	0.07	0.21	0.21	475.00	2209.90	120223.63	120223.63	259760.98	-139537.35
8+380.000	0.00	0.21	0.21	502.85	2335.92	120223.84	120223.84	262096.90	-141873.06
8+385.000	0.00	0.00	0.00	537.05	2496.02	120223.84	120223.84	264592.92	-144369.08
8+390.000	0.00	0.00	0.00	576.08	2684.87	120223.84	120223.84	267277.79	-147053.95
8+395.000	0.00	0.00	0.00	620.97	2900.87	120223.84	120223.84	270178.66	-149954.82
8+400.000	0.00	0.00	0.00	668.84	3138.99	120223.84	120223.84	273317.65	-153093.81
8+405.000	0.00	0.00	0.00	707.19	3357.70	120223.84	120223.84	276675.34	-156451.50
8+410.000	0.00	0.00	0.00	722.19	3490.39	120223.84	120223.84	280165.74	-159941.90
8+415.000	0.00	0.00	0.00	725.80	3539.32	120223.84	120223.84	283705.06	-163481.22
8+420.000	0.00	0.00	0.00	727.34	3560.44	120223.84	120223.84	287265.49	-167041.65
8+424.407	0.00	0.00	0.00	731.26	3213.90	120223.84	120223.84	290479.40	-170255.55
8+425.000	0.00	0.00	0.00	731.80	433.92	120223.84	120223.84	290913.31	-170689.47
8+430.000	0.00	0.00	0.00	730.84	3601.68	120223.84	120223.84	294515.00	-174291.16
8+435.000	0.00	0.00	0.00	713.90	3556.89	120223.84	120223.84	298071.89	-177848.05
8+440.000	0.00	0.00	0.00	689.67	3448.67	120223.84	120223.84	301520.56	-181296.72
8+445.000	0.00	0.02	0.02	664.02	3318.65	120223.86	120223.86	304839.20	-184615.34
8+450.000	0.00	0.02	0.02	633.39	3174.77	120223.88	120223.88	308013.97	-187790.10
8+455.000	0.01	0.03	0.03	599.37	3013.51	120223.90	120223.90	311027.48	-190803.58

8+460.000	0.00	0.03	0.03	566.59	2849.09	120223.93	120223.93	313876.57	-193652.64
8+465.000	0.00	0.00	0.00	539.50	2703.18	120223.93	120223.93	316579.75	-196355.82
8+470.000	0.00	0.00	0.00	515.51	2580.03	120223.93	120223.93	319159.78	-198935.85
8+475.000	0.00	0.02	0.02	494.37	2471.59	120223.95	120223.95	321631.37	-201407.43
8+480.000	0.00	0.02	0.02	475.29	2374.77	120223.96	120223.96	324006.14	-203782.18
8+481.432	0.00	0.00	0.00	470.28	677.05	120223.96	120223.96	324683.20	-204459.24
8+500.000	0.00	0.00	0.00	414.05	8210.12	120223.96	120223.96	332893.32	-212669.35
8+520.000	0.00	0.00	0.00	364.78	7788.33	120223.96	120223.96	340681.64	-220457.68
8+540.000	0.00	0.00	0.00	296.01	6607.95	120223.96	120223.96	347289.59	-227065.63
8+560.000	0.00	0.00	0.00	254.65	5506.62	120223.96	120223.96	352796.21	-232572.25
8+580.000	0.00	0.00	0.00	234.43	4890.81	120223.96	120223.96	357687.02	-237463.06
8+600.000	0.00	0.00	0.00	258.58	4930.11	120223.96	120223.96	362617.13	-242393.17
8+620.000	0.00	0.00	0.00	378.44	6370.22	120223.96	120223.96	368987.35	-248763.38
8+640.000	0.00	0.00	0.00	527.83	9062.67	120223.96	120223.96	378050.02	-257826.05
8+660.000	0.00	0.00	0.00	593.16	11209.89	120223.96	120223.96	389259.90	-269035.94
8+680.000	0.00	0.00	0.00	455.91	10490.72	120223.96	120223.96	399750.62	-279526.66
8+700.000	0.00	0.00	0.00	232.86	6887.73	120223.96	120223.96	406638.35	-286414.39
8+720.000	0.00	0.00	0.00	136.17	3690.35	120223.96	120223.96	410328.70	-290104.74
8+740.000	0.00	0.00	0.00	120.01	2561.77	120223.96	120223.96	412890.47	-292666.51
8+760.000	0.00	0.00	0.00	184.46	3044.64	120223.96	120223.96	415935.11	-295711.15
8+780.000	0.00	0.00	0.00	251.11	4355.72	120223.96	120223.96	420290.84	-300066.87
8+800.000	0.00	0.00	0.00	318.47	5695.89	120223.96	120223.96	425986.72	-305762.76
8+820.000	0.00	0.00	0.00	381.86	7003.36	120223.96	120223.96	432990.08	-312766.12
8+840.000	0.00	0.00	0.00	405.02	7868.83	120223.96	120223.96	440858.92	-320634.95
8+860.000	0.00	0.00	0.00	377.53	7825.53	120223.96	120223.96	448684.45	-328460.49

8+880.000	0.00	0.00	0.00	340.17	7176.97	120223.96	120223.96	455861.42	-335637.45
8+900.000	0.00	0.00	0.00	317.36	6575.26	120223.96	120223.96	462436.68	-342212.71
8+920.000	0.00	0.00	0.00	307.39	6247.51	120223.96	120223.96	468684.19	-348460.23
8+940.000	0.00	0.00	0.00	271.84	5792.31	120223.96	120223.96	474476.51	-354252.54
8+960.000	0.00	0.00	0.00	148.24	4200.77	120223.96	120223.96	478677.28	-358453.32
8+970.988	0.00	0.00	0.00	69.25	1194.87	120223.96	120223.96	479872.15	-359648.19
8+975.000	0.00	0.00	0.00	42.13	223.41	120223.96	120223.96	480095.56	-359871.60
8+980.000	2.69	6.97	6.97	14.10	139.65	120230.93	120230.93	480235.21	-360004.28
8+985.000	18.61	54.02	54.02	2.02	39.65	120284.95	120284.95	480274.86	-359989.91
8+990.000	42.94	155.53	155.53	0.01	4.83	120440.48	120440.48	480279.70	-359839.22
8+995.000	70.24	285.57	285.57	0.00	0.02	120726.05	120726.05	480279.72	-359553.68
9+000.000	95.68	417.35	417.35	0.00	0.00	121143.40	121143.40	480279.72	-359136.33
9+005.000	114.63	527.18	527.18	0.00	0.00	121670.57	121670.57	480279.72	-358609.15
9+010.000	127.78	606.27	606.27	0.00	0.00	122276.85	122276.85	480279.72	-358002.88
9+015.000	135.43	657.70	657.70	0.00	0.00	122934.54	122934.54	480279.72	-357345.18
9+020.000	139.33	686.91	686.91	0.00	0.00	123621.46	123621.46	480279.72	-356658.26
9+025.000	141.75	703.72	703.72	0.00	0.00	124325.18	124325.18	480279.72	-355954.55
9+030.000	142.71	713.30	713.30	0.00	0.00	125038.47	125038.47	480279.72	-355241.25
9+035.000	141.41	713.44	713.44	0.00	0.00	125751.91	125751.91	480279.72	-354527.81
9+040.000	138.28	703.23	703.23	0.00	0.00	126455.14	126455.14	480279.72	-353824.58
9+045.000	135.53	689.32	689.32	0.00	0.00	127144.46	127144.46	480279.72	-353135.26
9+050.000	134.35	680.19	680.19	0.00	0.00	127824.66	127824.66	480279.72	-352455.07
9+055.000	134.24	677.51	677.51	0.00	0.01	128502.16	128502.16	480279.73	-351777.57
9+060.000	135.58	680.78	680.78	0.00	0.01	129182.94	129182.94	480279.74	-351096.80
9+065.000	139.04	692.54	692.54	0.00	0.00	129875.48	129875.48	480279.75	-350404.27

9+070.000	146.21	718.71	718.71	0.00	0.00	130594.19	130594.19	480279.76	-349685.57
9+075.000	156.71	762.38	762.38	0.00	0.00	131356.57	131356.57	480279.76	-348923.19
9+080.000	170.96	823.61	823.61	0.00	0.00	132180.17	132180.17	480279.76	-348099.58
9+085.000	188.44	902.19	902.19	0.00	0.00	133082.36	133082.36	480279.76	-347197.39
9+090.000	208.78	996.01	996.01	0.00	0.00	134078.37	134078.37	480279.76	-346201.39
9+095.000	231.69	1103.56	1103.56	0.00	0.00	135181.93	135181.93	480279.76	-345097.83
9+100.000	257.76	1225.86	1225.86	0.00	0.00	136407.80	136407.80	480279.76	-343871.97
9+105.000	286.96	1364.52	1364.52	0.00	0.00	137772.32	137772.32	480279.76	-342507.44
9+110.000	315.67	1510.30	1510.30	0.00	0.00	139282.62	139282.62	480279.76	-340997.14
9+112.731	329.97	881.57	881.57	0.00	0.00	140164.19	140164.19	480279.76	-340115.57
9+115.000	341.08	761.35	761.35	0.00	0.00	140925.54	140925.54	480279.76	-339354.23
9+120.000	363.79	1769.94	1769.94	0.00	0.00	142695.48	142695.48	480279.76	-337584.29
9+125.000	383.49	1878.68	1878.68	0.00	0.00	144574.16	144574.16	480279.76	-335705.61
9+130.000	398.86	1969.11	1969.11	0.00	0.00	146543.27	146543.27	480279.76	-333736.49
9+135.000	407.79	2031.95	2031.95	0.00	0.00	148575.23	148575.23	480279.76	-331704.54
9+140.000	410.48	2061.59	2061.59	0.00	0.00	150636.82	150636.82	480279.76	-329642.94
9+145.000	404.67	2052.89	2052.89	0.00	0.00	152689.71	152689.71	480279.76	-327590.06
9+150.000	391.86	2006.16	2006.16	0.00	0.00	154695.87	154695.87	480279.76	-325583.89
9+155.000	372.75	1928.01	1928.01	0.00	0.00	156623.88	156623.88	480279.76	-323655.88
9+160.000	350.68	1827.35	1827.35	0.00	0.00	158451.24	158451.24	480279.76	-321828.53
9+165.000	324.11	1707.83	1707.83	0.00	0.00	160159.07	160159.07	480279.76	-320120.69
9+170.000	295.26	1570.60	1570.60	0.00	0.00	161729.67	161729.67	480279.76	-318550.09
9+175.000	264.63	1422.38	1422.38	0.00	0.00	163152.06	163152.06	480279.76	-317127.71
9+180.000	234.51	1270.53	1270.53	0.00	0.00	164422.58	164422.58	480279.76	-315857.18
9+185.000	204.26	1119.42	1119.42	0.00	0.00	165542.00	165542.00	480279.77	-314737.77

9+190.000	177.15	975.29	975.29	0.00	0.00	166517.29	166517.29	480279.77	-313762.48
9+195.000	152.03	843.42	843.42	0.00	0.00	167360.70	167360.70	480279.77	-312919.07
9+200.000	127.97	718.88	718.88	0.33	0.76	168079.58	168079.58	480280.53	-312200.95
9+205.000	104.71	598.74	598.74	3.86	9.79	168678.33	168678.33	480290.32	-311611.99
9+210.000	82.06	481.92	481.92	10.87	34.34	169160.25	169160.25	480324.66	-311164.41
9+215.000	59.28	366.30	366.30	21.77	75.80	169526.55	169526.55	480400.46	-310873.91
9+220.000	40.48	260.01	260.01	35.10	132.19	169786.55	169786.55	480532.65	-310746.10
9+225.000	26.57	175.48	175.48	52.48	204.76	169962.03	169962.03	480737.41	-310775.37
9+230.000	12.59	102.68	102.68	72.10	293.07	170064.71	170064.71	481030.48	-310965.77
9+235.000	2.29	39.09	39.09	95.59	396.72	170103.80	170103.80	481427.20	-311323.40
9+240.000	0.00	6.03	6.03	126.07	528.39	170109.84	170109.84	481955.59	-311845.75
9+245.000	0.00	0.00	0.00	160.53	688.55	170109.84	170109.84	482644.14	-312534.30
9+250.000	0.00	0.00	0.00	197.17	864.87	170109.84	170109.84	483509.01	-313399.17
9+254.474	0.00	0.00	0.00	231.09	957.91	170109.84	170109.84	484466.92	-314357.08
9+260.000	0.00	0.00	0.00	263.69	1367.20	170109.84	170109.84	485834.12	-315724.29
9+280.000	0.00	0.00	0.00	363.57	6272.60	170109.84	170109.84	492106.72	-321996.88
9+300.000	0.00	0.00	0.00	391.13	7546.98	170109.84	170109.84	499653.70	-329543.86
9+320.000	0.00	0.00	0.00	415.90	8070.31	170109.84	170109.84	507724.00	-337614.17
9+340.000	0.00	0.00	0.00	475.40	8912.94	170109.84	170109.84	516636.95	-346527.11
9+360.000	0.00	0.00	0.00	527.30	10026.95	170109.84	170109.84	526663.90	-356554.06
9+380.000	0.00	0.00	0.00	583.25	11105.48	170109.84	170109.84	537769.37	-367659.54
9+400.000	0.00	0.00	0.00	608.91	11921.56	170109.84	170109.84	549690.94	-379581.10
9+420.000	0.00	0.00	0.00	544.04	11529.43	170109.84	170109.84	561220.37	-391110.54
9+440.000	0.00	0.00	0.00	430.60	9746.36	170109.84	170109.84	570966.73	-400856.89
9+460.000	0.00	0.00	0.00	403.38	8339.82	170109.84	170109.84	579306.55	-409196.71

9+480.000	0.00	0.00	0.00	485.95	8893.29	170109.84	170109.84	588199.84	-418090.00
9+500.000	0.00	0.00	0.00	687.58	11735.30	170109.84	170109.84	599935.14	-429825.30
9+520.000	0.00	0.00	0.00	937.69	16252.72	170109.84	170109.84	616187.86	-446078.02
9+540.000	0.00	0.00	0.00	1184.60	21222.85	170109.84	170109.84	637410.71	-467300.87
9+560.000	0.00	0.00	0.00	1366.84	25514.42	170109.84	170109.84	662925.13	-492815.29
9+580.000	0.00	0.00	0.00	1497.16	28640.04	170109.84	170109.84	691565.17	-521455.33
9+600.000	0.00	0.00	0.00	1609.15	31063.10	170109.84	170109.84	722628.27	-552518.44
9+620.000	0.00	0.00	0.00	1644.79	32539.42	170109.84	170109.84	755167.69	-585057.86
9+640.000	0.00	0.00	0.00	1572.22	32170.14	170109.84	170109.84	787337.83	-617227.99
9+660.000	0.00	0.00	0.00	1428.56	30007.81	170109.84	170109.84	817345.63	-647235.80
9+680.000	0.00	0.00	0.00	1224.83	26533.87	170109.84	170109.84	843879.51	-673769.67
9+700.000	0.00	0.00	0.00	1032.63	22574.58	170109.84	170109.84	866454.09	-696344.25
9+720.000	0.00	0.00	0.00	894.01	19266.35	170109.84	170109.84	885720.44	-715610.60
9+740.000	0.00	0.00	0.00	765.17	16591.72	170109.84	170109.84	902312.16	-732202.32
9+760.000	0.00	0.00	0.00	729.44	14946.03	170109.84	170109.84	917258.18	-747148.35
9+780.000	0.00	0.00	0.00	750.13	14795.69	170109.84	170109.84	932053.87	-761944.04
9+800.000	0.00	0.00	0.00	722.90	14730.37	170109.84	170109.84	946784.24	-776674.40
9+820.000	0.00	0.00	0.00	665.84	13887.46	170109.84	170109.84	960671.69	-790561.86
9+840.000	0.00	0.00	0.00	584.40	12502.37	170109.84	170109.84	973174.07	-803064.23
9+860.000	0.00	0.00	0.00	549.21	11336.05	170109.84	170109.84	984510.11	-814400.28
9+880.000	0.00	0.00	0.00	478.92	10281.26	170109.84	170109.84	994791.37	-824681.54
9+900.000	0.00	0.00	0.00	370.00	8489.13	170109.84	170109.84	1003280.50	-833170.66
9+920.000	0.00	0.00	0.00	330.76	7007.51	170109.84	170109.84	1010288.01	-840178.17
9+940.000	0.00	0.00	0.00	326.14	6568.99	170109.84	170109.84	1016857.00	-846747.17
9+960.000	0.00	0.00	0.00	366.24	6923.87	170109.84	170109.84	1023780.87	-853671.04

9+980.000	0.00	0.00	0.00	331.20	6974.43	170109.84	170109.84	1030755.31	-860645.47
10+000.000	0.00	0.00	0.00	272.99	6041.87	170109.84	170109.84	1036797.17	-866687.34
10+020.000	0.00	0.00	0.00	223.29	4962.76	170109.84	170109.84	1041759.93	-871650.09
10+040.000	0.00	0.00	0.00	195.78	4190.71	170109.84	170109.84	1045950.64	-875840.80
10+060.000	0.00	0.00	0.00	173.38	3691.66	170109.84	170109.84	1049642.30	-879532.46
10+080.000	0.00	0.00	0.00	115.46	2888.48	170109.84	170109.84	1052530.78	-882420.95
10+100.000	0.63	6.31	6.31	55.82	1712.84	170116.15	170116.15	1054243.63	-884127.48
10+120.000	22.86	234.94	234.94	7.29	631.08	170351.09	170351.09	1054874.70	-884523.62
10+126.411	46.40	222.00	222.00	1.37	27.75	170573.09	170573.09	1054902.45	-884329.37
10+130.000	61.16	193.02	193.02	0.12	2.67	170766.10	170766.10	1054905.12	-884139.02
10+135.000	84.26	363.55	363.55	0.00	0.29	171129.66	171129.66	1054905.42	-883775.76
10+140.000	109.63	484.74	484.74	0.00	0.00	171614.40	171614.40	1054905.42	-883291.02
10+145.000	135.36	612.48	612.48	0.00	0.00	172226.88	172226.88	1054905.42	-882678.54
10+150.000	168.61	759.94	759.94	0.00	0.00	172986.81	172986.81	1054905.42	-881918.61
10+155.000	210.80	948.52	948.52	0.00	0.00	173935.34	173935.34	1054905.43	-880970.09
10+160.000	253.61	1161.03	1161.03	0.00	0.00	175096.37	175096.37	1054905.43	-879809.06
10+165.000	296.94	1376.38	1376.38	0.00	0.00	176472.74	176472.74	1054905.43	-878432.68
10+170.000	340.61	1593.86	1593.86	0.00	0.00	178066.61	178066.61	1054905.43	-876838.82
10+175.000	384.68	1813.22	1813.22	0.00	0.00	179879.83	179879.83	1054905.43	-875025.60
10+180.000	434.14	2047.05	2047.05	0.00	0.00	181926.88	181926.88	1054905.43	-872978.55
10+185.000	491.40	2313.86	2313.86	0.00	0.00	184240.74	184240.74	1054905.43	-870664.69
10+190.000	548.15	2598.88	2598.88	0.00	0.00	186839.62	186839.62	1054905.43	-868065.81
10+195.000	603.89	2880.10	2880.10	0.00	0.00	189719.72	189719.72	1054905.43	-865185.71
10+200.000	658.61	3156.26	3156.26	0.00	0.00	192875.98	192875.98	1054905.43	-862029.45
10+205.000	712.11	3426.82	3426.82	0.00	0.00	196302.80	196302.80	1054905.43	-858602.63

10+210.000	765.24	3693.38	3693.38	0.00	0.00	199996.18	199996.18	1054905.43	-854909.25
10+215.000	799.09	3910.82	3910.82	0.00	0.00	203907.00	203907.00	1054905.43	-850998.42
10+215.807	804.22	647.23	647.23	0.00	0.00	204554.23	204554.23	1054905.43	-850351.20
10+220.000	830.88	3427.69	3427.69	0.00	0.00	207981.93	207981.93	1054905.43	-846923.50
10+225.000	862.13	4232.52	4232.52	0.00	0.00	212214.44	212214.44	1054905.43	-842690.99
10+230.000	892.24	4385.92	4385.92	0.00	0.00	216600.36	216600.36	1054905.43	-838305.06
10+235.000	920.89	4532.82	4532.82	0.00	0.00	221133.19	221133.19	1054905.43	-833772.24
10+240.000	945.94	4667.07	4667.07	0.00	0.00	225800.26	225800.26	1054905.43	-829105.17
10+245.000	911.99	4644.83	4644.83	0.00	0.00	230445.09	230445.09	1054905.43	-824460.34
10+250.000	879.09	4477.71	4477.71	0.00	0.00	234922.80	234922.80	1054905.43	-819982.63
10+255.000	847.96	4317.64	4317.64	0.00	0.00	239240.43	239240.43	1054905.43	-815665.00
10+260.000	818.93	4167.23	4167.23	0.00	0.00	243407.66	243407.66	1054905.43	-811497.77
10+265.000	791.79	4026.80	4026.80	0.00	0.00	247434.46	247434.46	1054905.43	-807470.97
10+270.000	767.00	3896.98	3896.98	0.00	0.00	251331.44	251331.44	1054905.43	-803573.99
10+275.000	727.26	3735.65	3735.65	0.00	0.00	255067.09	255067.09	1054905.43	-799838.34
10+280.000	685.08	3530.87	3530.87	0.00	0.00	258597.97	258597.97	1054905.43	-796307.46
10+285.000	644.91	3324.98	3324.98	0.00	0.00	261922.94	261922.94	1054905.43	-792982.49
10+290.000	607.46	3130.91	3130.91	0.00	0.00	265053.86	265053.86	1054905.43	-789851.57
10+295.000	572.63	2950.23	2950.23	0.00	0.02	268004.09	268004.09	1054905.45	-786901.36
10+300.000	542.39	2787.56	2787.56	0.00	0.02	270791.66	270791.66	1054905.46	-784113.81
10+305.000	544.57	2717.41	2717.41	0.00	0.00	273509.07	273509.07	1054905.46	-781396.39
10+305.204	544.78	111.10	111.10	0.00	0.00	273620.17	273620.17	1054905.46	-781285.30
10+320.000	560.68	8178.23	8178.23	0.00	0.00	281798.40	281798.40	1054905.46	-773107.07
10+340.000	566.61	11272.99	11272.99	0.00	0.00	293071.38	293071.38	1054905.46	-761834.08
10+360.000	530.79	10974.00	10974.00	0.00	0.00	304045.39	304045.39	1054905.46	-750860.08

10+380.000	428.18	9589.62	9589.62	0.00	0.00	313635.01	313635.01	1054905.46	-741270.46
10+400.000	330.66	7588.38	7588.38	0.00	0.00	321223.39	321223.39	1054905.46	-733682.07
10+420.000	278.71	6093.67	6093.67	0.00	0.00	327317.06	327317.06	1054905.46	-727588.41
10+440.000	221.43	5001.34	5001.34	0.00	0.00	332318.40	332318.40	1054905.46	-722587.06
10+460.000	139.33	3607.55	3607.55	0.03	0.35	335925.95	335925.95	1054905.81	-718979.86
10+480.000	74.58	2139.02	2139.02	20.46	204.99	338064.97	338064.97	1055110.80	-717045.83
10+500.000	33.99	1085.65	1085.65	37.97	584.32	339150.62	339150.62	1055695.12	-716544.50
10+520.000	22.75	567.38	567.38	29.86	678.29	339718.01	339718.01	1056373.41	-716655.40
10+540.000	22.09	448.37	448.37	49.94	797.97	340166.38	340166.38	1057171.38	-717005.00
10+560.000	20.03	421.13	421.13	71.23	1211.62	340587.51	340587.51	1058383.00	-717795.49
10+580.000	13.26	332.90	332.90	94.09	1653.12	340920.40	340920.40	1060036.12	-719115.72
10+600.000	2.52	157.80	157.80	122.73	2168.19	341078.20	341078.20	1062204.32	-721126.11
10+620.000	1.11	36.26	36.26	106.05	2287.80	341114.47	341114.47	1064492.12	-723377.65
10+640.000	2.86	39.72	39.72	60.24	1662.86	341154.19	341154.19	1066154.97	-725000.79
10+660.000	8.28	111.45	111.45	29.96	901.94	341265.63	341265.63	1067056.92	-725791.28
10+680.000	2.61	108.92	108.92	20.59	505.45	341374.56	341374.56	1067562.36	-726187.81
10+700.000	1.96	45.69	45.69	18.41	390.01	341420.24	341420.24	1067952.38	-726532.13
10+720.000	9.04	109.97	109.97	10.39	288.04	341530.21	341530.21	1068240.41	-726710.20
10+740.000	40.64	496.78	496.78	0.00	103.96	342027.00	342027.00	1068344.38	-726317.38
10+760.000	89.50	1301.39	1301.39	0.02	0.25	343328.39	343328.39	1068344.63	-725016.24
10+780.000	94.32	1838.21	1838.21	0.30	3.23	345166.60	345166.60	1068347.85	-723181.25
10+800.000	52.75	1470.76	1470.76	17.49	177.94	346637.36	346637.36	1068525.79	-721888.42
10+820.000	8.53	612.85	612.85	81.06	985.50	347250.21	347250.21	1069511.29	-722261.08
10+840.000	0.10	86.34	86.34	107.51	1885.68	347336.55	347336.55	1071396.98	-724060.42
10+860.000	2.11	22.13	22.13	78.57	1860.77	347358.68	347358.68	1073257.74	-725899.07

10+880.000	31.21	333.14	333.14	9.48	880.48	347691.82	347691.82	1074138.23	-726446.41
10+900.000	128.20	1594.04	1594.04	0.00	94.79	349285.86	349285.86	1074233.02	-724947.16
10+920.000	259.91	3881.12	3881.12	0.00	0.00	353166.97	353166.97	1074233.02	-721066.05
10+940.000	373.97	6338.82	6338.82	0.00	0.00	359505.79	359505.79	1074233.02	-714727.23
10+960.000	400.93	7748.96	7748.96	0.00	0.00	367254.75	367254.75	1074233.02	-706978.27
10+980.000	409.48	8104.08	8104.08	0.00	0.00	375358.82	375358.82	1074233.02	-698874.19
11+000.000	410.14	8196.23	8196.23	0.00	0.00	383555.05	383555.05	1074233.02	-690677.97
11+020.000	358.23	7683.74	7683.74	0.00	0.00	391238.79	391238.79	1074233.02	-682994.23
11+040.000	336.56	6947.95	6947.95	0.00	0.00	398186.74	398186.74	1074233.02	-676046.28
11+060.000	340.52	6770.81	6770.81	0.00	0.00	404957.55	404957.55	1074233.02	-669275.47
11+080.000	354.63	6951.50	6951.50	0.00	0.00	411909.05	411909.05	1074233.02	-662323.97
11+100.000	398.83	7534.60	7534.60	0.00	0.00	419443.64	419443.64	1074233.02	-654789.37
11+120.000	501.77	9005.98	9005.98	0.00	0.00	428449.63	428449.63	1074233.02	-645783.39
11+140.000	480.21	9819.83	9819.83	0.00	0.00	438269.46	438269.46	1074233.02	-635963.56
11+160.000	432.67	9128.78	9128.78	0.00	0.00	447398.24	447398.24	1074233.02	-626834.78
11+174.846	391.95	6121.09	6121.09	0.00	0.00	453519.32	453519.32	1074233.02	-620713.69
11+175.000	391.54	60.39	60.39	0.00	0.00	453579.72	453579.72	1074233.02	-620653.30
11+180.000	378.22	1924.41	1924.41	0.00	0.00	455504.13	455504.13	1074233.02	-618728.89
11+185.000	365.07	1858.23	1858.23	0.02	0.05	457362.35	457362.35	1074233.06	-616870.71
11+190.000	364.83	1824.76	1824.76	0.00	0.05	459187.11	459187.11	1074233.11	-615046.00
11+195.000	370.49	1838.32	1838.32	0.00	0.00	461025.44	461025.44	1074233.11	-613207.68
11+200.000	377.76	1870.65	1870.65	0.00	0.00	462896.08	462896.08	1074233.11	-611337.03
11+205.000	385.77	1908.84	1908.84	0.00	0.00	464804.93	464804.93	1074233.11	-609428.19
11+210.000	394.49	1950.65	1950.65	0.00	0.00	466755.57	466755.57	1074233.11	-607477.54
11+215.000	403.80	1995.72	1995.72	0.00	0.00	468751.29	468751.29	1074233.11	-605481.82

11+220.000	402.69	2016.23	2016.23	0.00	0.00	470767.52	470767.52	1074233.11	-603465.60
11+225.000	398.70	2003.47	2003.47	0.00	0.00	472770.99	472770.99	1074233.12	-601462.13
11+230.000	393.79	1981.23	1981.23	0.00	0.00	474752.22	474752.22	1074233.12	-599480.91
11+235.000	386.18	1949.93	1949.93	0.00	0.00	476702.14	476702.14	1074233.12	-597530.98
11+240.000	376.15	1905.82	1905.82	0.00	0.00	478607.96	478607.96	1074233.12	-595625.16
11+245.000	363.90	1850.11	1850.11	0.00	0.00	480458.08	480458.08	1074233.13	-593775.06
11+250.000	347.02	1777.30	1777.30	0.00	0.00	482235.37	482235.37	1074233.14	-591997.77
11+255.000	325.53	1681.38	1681.38	0.00	0.00	483916.75	483916.75	1074233.14	-590316.39
11+256.830	317.17	587.98	587.98	0.00	0.00	484504.73	484504.73	1074233.14	-589728.41
11+260.000	302.22	981.83	981.83	0.00	0.00	485486.56	485486.56	1074233.14	-588746.58
11+265.000	278.67	1452.23	1452.23	0.00	0.00	486938.79	486938.79	1074233.14	-587294.35
11+270.000	255.82	1336.21	1336.21	0.00	0.00	488275.00	488275.00	1074233.14	-585958.14
11+275.000	233.05	1222.16	1222.16	0.00	0.00	489497.17	489497.17	1074233.14	-584735.98
11+280.000	213.79	1117.09	1117.09	0.00	0.00	490614.26	490614.26	1074233.14	-583618.88
11+285.000	200.59	1035.95	1035.95	0.00	0.00	491650.21	491650.21	1074233.14	-582582.94
11+290.000	186.99	968.95	968.95	0.00	0.00	492619.16	492619.16	1074233.15	-581613.99
11+295.000	171.97	897.39	897.39	0.00	0.00	493516.55	493516.55	1074233.15	-580716.60
11+300.000	156.68	821.61	821.61	0.00	0.00	494338.16	494338.16	1074233.15	-579894.99
11+305.000	140.95	744.06	744.06	0.01	0.03	495082.22	495082.22	1074233.17	-579150.96
11+310.000	133.35	685.73	685.73	0.00	0.03	495767.95	495767.95	1074233.20	-578465.25
11+315.000	134.47	669.54	669.54	0.00	0.02	496437.49	496437.49	1074233.22	-577795.73
11+320.000	137.63	680.24	680.24	0.00	0.02	497117.73	497117.73	1074233.25	-577115.51
11+325.000	140.20	694.57	694.57	0.00	0.00	497812.31	497812.31	1074233.25	-576420.94
11+330.000	142.91	707.79	707.79	0.00	0.00	498520.10	498520.10	1074233.25	-575713.15
11+335.000	145.37	720.70	720.70	0.02	0.04	499240.79	499240.79	1074233.29	-574992.50

11+338.814	151.74	566.52	566.52	0.00	0.03	499807.31	499807.31	1074233.32	-574426.01
11+340.000	154.70	181.79	181.79	0.00	0.00	499989.09	499989.09	1074233.32	-574244.23
11+360.000	218.63	3733.30	3733.30	0.00	0.00	503722.39	503722.39	1074233.32	-570510.93
11+380.000	253.92	4725.50	4725.50	0.00	0.00	508447.89	508447.89	1074233.32	-565785.43
11+400.000	232.14	4860.65	4860.65	0.00	0.00	513308.54	513308.54	1074233.32	-560924.78
11+420.000	112.73	3448.72	3448.72	0.00	0.00	516757.26	516757.26	1074233.32	-557476.06
11+440.000	6.48	1192.14	1192.14	16.32	163.22	517949.41	517949.41	1074396.55	-556447.14
11+459.884	0.00	64.47	64.47	223.58	2385.15	518013.88	518013.88	1076781.70	-558767.82

Volume Report

Project: C:\Users\PAULOM~1
 \AppData\Local\Temp\CIVO_20210228_Final_Puentes_V4_Calculo
 Materiales_1_3717_5d209ae7.svs
 Alignment: CIVO
 Sample Line Group: Seccion Civo-5
 Start Sta: 12+510.000
 End Sta: 21+140.000

Station	Cut Area (Sq.m.)	Cut Volume (Cu.m.)	Reusable Volume (Cu.m.)	Fill Area (Sq.m.)	Fill Volume (Cu.m.)	Cum. Cut Vol. (Cu.m.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.m.)	Cum. Fill Vol. (Cu.m.)	Cum. Net Vol. (Cu.m.)
12+510.000	0.00	0.00	0.00	428.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12+550.000	0.00	0.00	0.00	314.93	14874.99	0.00	0.00	14874.99	-14874.99
12+600.000	0.00	0.00	0.00	91.61	10163.57	0.00	0.00	25038.56	-25038.56
12+650.000	0.04	0.96	0.96	86.65	4456.58	0.96	0.96	29495.14	-29494.18
12+700.000	0.00	0.96	0.96	270.40	8926.36	1.92	1.92	38421.50	-38419.59
12+750.000	0.00	0.00	0.00	127.88	9957.15	1.92	1.92	48378.65	-48376.73
12+760.091	0.00	0.00	0.00	107.85	1189.40	1.92	1.92	49568.05	-49566.13
12+770.000	0.49	2.51	2.51	87.57	945.30	4.42	4.42	50513.35	-50508.92
12+780.000	0.03	2.66	2.66	75.76	797.50	7.09	7.09	51310.85	-51303.76
12+790.000	0.00	0.14	0.14	65.76	694.05	7.22	7.22	52004.90	-51997.67
12+800.000	0.00	0.00	0.00	65.52	646.50	7.22	7.22	52651.40	-52644.17
12+810.000	0.00	0.00	0.00	63.49	636.05	7.22	7.22	53287.45	-53280.23
12+820.000	0.00	0.00	0.00	55.55	587.28	7.22	7.22	53874.73	-53867.51
12+830.000	0.00	0.00	0.00	62.85	582.60	7.22	7.22	54457.33	-54450.11
12+840.000	0.24	1.23	1.23	48.50	545.39	8.45	8.45	55002.72	-54994.26
12+848.932	6.15	29.12	29.12	35.43	365.46	37.57	37.57	55368.17	-55330.60
12+850.000	6.91	6.97	6.97	33.88	37.01	44.55	44.55	55405.19	-55360.64
12+860.000	15.97	116.94	116.94	21.09	266.13	161.49	161.49	55671.32	-55509.83
12+870.000	26.08	214.69	214.69	14.48	170.89	376.17	376.17	55842.21	-55466.03
12+880.000	29.10	280.64	280.64	13.19	132.23	656.82	656.82	55974.44	-55317.62
12+890.000	22.82	264.05	264.05	14.21	130.97	920.87	920.87	56105.40	-55184.54
12+900.000	18.40	210.64	210.64	26.90	197.42	1131.50	1131.50	56302.82	-55171.32
12+910.000	18.38	188.51	188.51	46.11	352.24	1320.02	1320.02	56655.07	-55335.05
12+920.000	17.51	184.22	184.22	65.24	538.05	1504.24	1504.24	57193.11	-55688.88
12+930.000	13.86	161.23	161.23	81.57	709.18	1665.46	1665.46	57902.29	-56236.83
12+937.773	11.28	97.68	97.68	90.20	667.57	1763.15	1763.15	58569.86	-56806.71
12+950.000	17.24	174.35	174.35	95.85	1137.43	1937.50	1937.50	59707.29	-57769.79
13+000.000	60.61	1946.33	1946.33	13.91	2744.15	3883.83	3883.83	62451.44	-58567.60
13+050.000	49.05	2741.47	2741.47	36.44	1258.81	6625.30	6625.30	63710.24	-57084.94
13+100.000	0.00	1226.19	1226.19	160.22	4916.53	7851.49	7851.49	68626.77	-60775.28
13+150.000	0.00	0.00	0.00	257.58	10445.01	7851.49	7851.49	79071.78	-71220.29
13+200.000	0.00	0.00	0.00	159.97	10438.77	7851.49	7851.49	89510.55	-81659.06
13+250.000	0.00	0.18	0.18	154.98	7873.79	7851.67	7851.67	97384.34	-89532.68
13+300.000	0.00	0.18	0.18	190.67	8641.21	7851.84	7851.84	106025.55	-98173.71
13+350.000	0.95	23.79	23.79	112.77	7585.96	7875.63	7875.63	113611.51	-105735.88
13+400.000	0.00	23.79	23.79	247.32	9002.35	7899.43	7899.43	122613.86	-114714.44
13+450.000	0.00	0.03	0.03	209.72	11426.24	7899.45	7899.45	134040.10	-126140.65

13+500.000	0.00	0.03	0.03	179.67	9734.74	7899.48	7899.48	143774.84	-135875.36
13+550.000	18.13	453.15	453.15	57.69	5933.79	8352.63	8352.63	149708.63	-141356.00
13+600.000	19.13	931.45	931.45	54.83	2812.95	9284.08	9284.08	152521.58	-143237.50
13+650.000	0.00	478.30	478.30	684.10	18473.18	9762.38	9762.38	170994.76	-161232.38
13+700.000	0.00	0.00	0.00	1051.04	43378.30	9762.38	9762.38	214373.06	-204610.68
13+750.000	0.00	0.00	0.00	1141.72	54818.97	9762.38	9762.38	269192.03	-259429.65
13+800.000	0.00	0.00	0.00	1509.32	66276.07	9762.38	9762.38	335468.10	-325705.72
13+850.000	0.00	0.00	0.00	1699.88	80229.96	9762.38	9762.38	415698.06	-405935.68
13+886.199	0.00	0.00	0.00	1557.72	58960.88	9762.38	9762.38	474658.93	-464896.55
13+890.000	0.00	0.00	0.00	1536.64	5880.87	9762.38	9762.38	480539.80	-470777.42
13+900.000	7.33	29.77	29.77	1483.02	15148.95	9792.15	9792.15	495688.75	-485896.60
13+910.000	4.33	47.26	47.26	1498.59	14919.70	9839.41	9839.41	510608.45	-500769.04
13+920.000	1.09	21.85	21.85	1628.89	15502.00	9861.26	9861.26	526110.45	-516249.20
13+930.000	0.00	4.35	4.35	1627.44	16022.79	9865.61	9865.61	542133.25	-532267.64
13+940.000	0.00	0.00	0.00	1568.08	15741.66	9865.61	9865.61	557874.91	-548009.30
13+947.059	0.00	0.00	0.00	1522.36	10784.27	9865.61	9865.61	568659.19	-558793.58
13+950.000	0.00	0.00	0.00	1503.11	4448.98	9865.61	9865.61	573108.17	-563242.56
13+960.000	0.00	0.00	0.00	1430.74	14566.76	9865.61	9865.61	587674.93	-577809.32
13+970.000	0.00	0.00	0.00	1343.79	13813.83	9865.61	9865.61	601488.77	-591623.15
13+980.000	0.00	0.00	0.00	1241.68	12879.85	9865.61	9865.61	614368.61	-604503.00
13+990.000	0.00	0.00	0.00	1136.39	11831.65	9865.61	9865.61	626200.26	-616334.65
14+000.000	0.00	0.00	0.00	1039.40	10797.99	9865.61	9865.61	636998.26	-627132.65
14+007.919	0.00	0.00	0.00	978.69	7901.89	9865.61	9865.61	644900.15	-635034.54
14+050.000	0.00	0.03	0.03	859.56	38677.62	9865.64	9865.64	683577.77	-673712.13
14+100.000	0.00	0.03	0.03	894.42	43849.36	9865.67	9865.67	727427.12	-717561.45
14+150.000	0.00	0.00	0.00	629.66	38101.92	9865.67	9865.67	765529.04	-755663.38
14+200.000	0.00	0.00	0.00	249.02	21966.89	9865.67	9865.67	787495.93	-777630.26
14+250.000	22.50	562.58	562.58	29.53	6963.78	10428.25	10428.25	794459.71	-784031.46
14+300.000	21.36	1096.60	1096.60	74.94	2611.80	11524.85	11524.85	797071.51	-785546.66
14+350.000	0.00	534.02	534.02	244.55	7987.29	12058.87	12058.87	805058.80	-792999.93
14+400.000	0.00	0.00	0.00	272.52	12926.82	12058.87	12058.87	817985.62	-805926.75
14+450.000	0.00	0.00	0.00	163.75	10906.66	12058.87	12058.87	828892.29	-816833.42
14+500.000	0.00	0.00	0.00	257.96	10542.62	12058.87	12058.87	839434.91	-827376.04
14+550.000	0.00	0.00	0.00	307.03	14124.73	12058.87	12058.87	853559.64	-841500.76
14+600.000	9.47	236.87	236.87	50.19	8930.64	12295.74	12295.74	862490.27	-850194.53
14+650.000	507.83	12932.50	12932.50	0.00	1254.84	25228.24	25228.24	863745.12	-838516.87
14+700.000	759.87	31692.46	31692.46	0.00	0.00	56920.70	56920.70	863745.12	-806824.41
14+750.000	724.05	37098.18	37098.18	0.00	0.00	94018.89	94018.89	863745.12	-769726.24
14+800.000	852.98	39425.83	39425.83	0.00	0.00	133444.72	133444.72	863745.13	-730300.41
14+850.000	869.98	43074.06	43074.06	0.00	0.00	176518.78	176518.78	863745.13	-687226.34
14+900.000	839.40	42734.70	42734.70	0.00	0.00	219253.48	219253.48	863745.13	-644491.65
14+950.000	543.54	34573.67	34573.67	0.00	0.12	253827.15	253827.15	863745.24	-609918.10
15+000.000	291.11	20866.39	20866.39	0.00	0.12	274693.54	274693.54	863745.36	-589051.82
15+050.000	0.00	7277.84	7277.84	159.92	3997.89	281971.37	281971.37	867743.25	-585771.88
15+100.000	0.00	0.00	0.00	564.38	18107.29	281971.37	281971.37	885850.54	-603879.16
15+150.000	0.00	0.00	0.00	611.92	29407.46	281971.37	281971.37	915258.00	-633286.63
15+158.461	0.00	0.00	0.00	579.53	5040.54	281971.37	281971.37	920298.54	-638327.17
15+160.000	0.00	0.00	0.00	572.56	886.43	281971.37	281971.37	921184.98	-639213.60
15+170.000	0.00	0.00	0.00	520.22	5830.63	281971.37	281971.37	927015.60	-645044.23
15+180.000	0.00	0.00	0.00	449.54	5168.11	281971.37	281971.37	932183.71	-650212.34

15+190.000	0.00	0.00	0.00	363.57	4315.99	281971.37	281971.37	936499.71	-654528.33
15+200.000	0.00	0.00	0.00	273.19	3352.80	281971.37	281971.37	939852.50	-657881.13
15+210.000	0.00	0.00	0.00	197.68	2451.52	281971.37	281971.37	942304.02	-660332.64
15+220.000	0.00	0.00	0.00	140.26	1738.05	281971.37	281971.37	944042.07	-662070.70
15+230.000	0.00	0.00	0.00	98.00	1209.37	281971.37	281971.37	945251.44	-663280.07
15+240.000	0.00	0.00	0.00	72.29	854.67	281971.37	281971.37	946106.11	-664134.74
15+241.865	0.00	0.00	0.00	68.10	130.94	281971.37	281971.37	946237.05	-664265.68
15+250.000	0.00	0.00	0.00	50.73	485.04	281971.37	281971.37	946722.09	-664750.72
15+260.000	4.91	23.06	23.06	37.64	451.54	281994.44	281994.44	947173.63	-665179.20
15+270.000	19.88	116.73	116.73	35.08	382.25	282111.17	282111.17	947555.88	-665444.71
15+280.000	41.99	291.47	291.47	35.30	375.02	282402.64	282402.64	947930.90	-665528.26
15+290.000	68.30	518.49	518.49	30.78	352.80	282921.13	282921.13	948283.70	-665362.57
15+300.000	105.06	814.63	814.63	19.72	269.72	283735.76	283735.76	948553.42	-664817.66
15+310.000	158.33	1241.78	1241.78	6.23	139.05	284977.54	284977.54	948692.47	-663714.93
15+320.000	251.97	1943.05	1943.05	0.00	33.74	286920.59	286920.59	948726.21	-661805.63
15+325.270	317.53	1423.60	1423.60	0.00	0.00	288344.19	288344.19	948726.21	-660382.02
15+350.000	758.50	13305.25	13305.25	0.00	0.00	301649.44	301649.44	948726.21	-647076.78
15+400.000	1619.41	59447.71	59447.71	0.00	0.00	361097.15	361097.15	948726.21	-587629.07
15+432.342	2077.01	59774.25	59774.25	0.00	0.00	420871.39	420871.39	948726.21	-527854.82
15+440.000	2153.15	17224.74	17224.74	0.00	0.00	438096.14	438096.14	948726.21	-510630.08
15+450.000	2215.23	23149.33	23149.33	0.00	0.00	461245.46	461245.46	948726.21	-487480.75
15+460.000	2228.44	23382.48	23382.48	0.00	0.00	484627.94	484627.94	948726.21	-464098.27
15+470.000	2224.54	23211.94	23211.94	0.00	0.00	507839.88	507839.88	948726.21	-440886.33
15+480.000	2205.65	22861.62	22861.62	0.00	0.00	530701.50	530701.50	948726.21	-418024.71
15+490.000	2160.85	22296.10	22296.10	0.00	0.00	552997.60	552997.60	948726.21	-395728.61
15+491.150	2154.19	2482.09	2482.09	0.00	0.00	555479.69	555479.69	948726.21	-393246.52
15+500.000	2092.40	18962.64	18962.64	0.00	0.00	574442.33	574442.33	948726.21	-374283.88
15+510.000	2004.95	20441.74	20441.74	0.00	0.00	594884.07	594884.07	948726.21	-353842.15
15+520.000	1909.68	19313.55	19313.55	0.00	0.00	614197.62	614197.62	948726.21	-334528.59
15+530.000	1803.56	18163.58	18163.58	0.00	0.00	632361.20	632361.20	948726.21	-316365.01
15+540.000	1698.98	17028.23	17028.23	0.00	0.00	649389.43	649389.43	948726.21	-299336.78
15+549.959	1610.91	15959.44	15959.44	0.00	0.00	665348.87	665348.87	948726.21	-283377.34
15+550.000	1610.60	65.78	65.78	0.00	0.00	665414.65	665414.65	948726.21	-283311.56
15+600.000	1416.51	75677.63	75677.63	0.00	0.00	741092.28	741092.28	948726.21	-207633.93
15+650.000	1409.75	70656.33	70656.33	0.00	0.00	811748.61	811748.61	948726.21	-136977.60
15+683.030	1225.49	43520.60	43520.60	0.00	0.00	855269.21	855269.21	948726.21	-93457.00
15+690.000	1164.02	8599.99	8599.99	0.00	0.00	863869.20	863869.20	948726.21	-84857.01
15+700.000	1084.25	11640.46	11640.46	0.00	0.00	875509.66	875509.66	948726.21	-73216.55
15+710.000	1011.14	10907.16	10907.16	0.00	0.00	886416.82	886416.82	948726.21	-62309.39
15+720.000	951.55	10277.72	10277.72	0.00	0.00	896694.55	896694.55	948726.21	-52031.67
15+725.429	925.76	5360.82	5360.82	0.00	0.00	902055.36	902055.36	948726.21	-46670.85
15+730.000	906.63	4187.98	4187.98	0.00	0.00	906243.35	906243.35	948726.21	-42482.87
15+740.000	872.24	9411.58	9411.58	0.00	0.00	915654.93	915654.93	948726.21	-33071.29
15+750.000	830.22	9038.69	9038.69	0.00	0.00	924693.62	924693.62	948726.21	-24032.60
15+760.000	760.50	8461.49	8461.49	0.00	0.00	933155.11	933155.11	948726.21	-15571.10
15+767.828	681.77	5998.40	5998.40	0.00	0.00	939153.51	939153.51	948726.21	-9572.71
15+800.000	441.45	18068.08	18068.08	0.00	0.00	957221.59	957221.59	948726.21	8495.38
15+850.000	485.97	23185.68	23185.68	0.01	0.28	980407.27	980407.27	948726.49	31680.78
15+874.497	403.81	10898.46	10898.46	0.00	0.14	991305.73	991305.73	948726.63	42579.10
15+880.000	374.64	2116.15	2116.15	0.00	0.00	993421.88	993421.88	948726.63	44695.26

15+890.000	315.77	3403.89	3403.89	0.00	0.00	996825.77	996825.77	948726.63	48099.14
15+900.000	258.72	2825.87	2825.87	0.00	0.00	999651.64	999651.64	948726.63	50925.01
15+910.000	208.17	2290.78	2290.78	0.00	0.00	1001942.42	1001942.42	948726.63	53215.79
15+920.000	167.50	1837.71	1837.71	0.00	0.00	1003780.12	1003780.12	948726.63	55053.50
15+930.000	140.00	1502.45	1502.45	0.00	0.00	1005282.57	1005282.57	948726.63	56555.95
15+940.000	121.09	1279.68	1279.68	0.00	0.00	1006562.25	1006562.25	948726.63	57835.62
15+944.505	115.17	532.12	532.12	0.00	0.00	1007094.37	1007094.37	948726.63	58367.74
15+950.000	110.95	614.20	614.20	0.00	0.00	1007708.57	1007708.57	948726.63	58981.95
15+960.000	111.19	1105.26	1105.26	0.00	0.00	1008813.83	1008813.83	948726.63	60087.20
15+970.000	118.55	1148.37	1148.37	0.00	0.00	1009962.20	1009962.20	948726.63	61235.57
15+980.000	135.41	1264.58	1264.58	0.00	0.00	1011226.78	1011226.78	948726.63	62500.15
15+990.000	160.09	1459.32	1459.32	0.17	0.94	1012686.09	1012686.09	948727.57	63958.52
16+000.000	180.78	1670.70	1670.70	0.62	4.36	1014356.79	1014356.79	948731.93	65624.86
16+010.000	204.01	1872.15	1872.15	0.00	3.43	1016228.94	1016228.94	948735.36	67493.58
16+014.512	217.34	950.62	950.62	0.01	0.04	1017179.56	1017179.56	948735.39	68444.16
16+050.000	297.03	9126.83	9126.83	10.79	191.72	1026306.39	1026306.39	948927.11	77379.28
16+100.000	103.93	10023.94	10023.94	13.20	599.78	1036330.33	1036330.33	949526.89	86803.44
16+150.000	44.73	3716.48	3716.48	2.61	395.18	1040046.81	1040046.81	949922.07	90124.74
16+200.000	225.18	6747.72	6747.72	0.00	65.18	1046794.53	1046794.53	949987.25	96807.28
16+250.000	226.63	11295.31	11295.31	0.00	0.00	1058089.84	1058089.84	949987.25	108102.59
16+262.443	188.09	2580.17	2580.17	0.00	0.00	1060670.01	1060670.01	949987.25	110682.76
16+270.000	166.88	1330.49	1330.49	0.00	0.00	1062000.50	1062000.50	949987.25	112013.24
16+280.000	142.28	1536.67	1536.67	0.00	0.00	1063537.17	1063537.17	949987.25	113549.91
16+290.000	124.50	1328.38	1328.38	0.00	0.00	1064865.55	1064865.55	949987.25	114878.29
16+300.000	110.70	1171.48	1171.48	0.00	0.00	1066037.03	1066037.03	949987.25	116049.77
16+310.000	101.44	1054.81	1054.81	0.00	0.00	1067091.83	1067091.83	949987.25	117104.58
16+317.046	93.99	683.18	683.18	0.00	0.00	1067775.02	1067775.02	949987.25	117787.76
16+320.000	89.66	271.29	271.29	0.00	0.00	1068046.30	1068046.30	949987.25	118059.05
16+330.000	70.75	793.50	793.50	0.00	0.00	1068839.80	1068839.80	949987.25	118852.55
16+340.000	54.84	615.33	615.33	0.00	0.00	1069455.13	1069455.13	949987.25	119467.88
16+350.000	34.98	435.91	435.91	2.24	11.60	1069891.04	1069891.04	949998.86	119892.19
16+360.000	8.62	209.77	209.77	35.71	195.96	1070100.81	1070100.81	950194.82	119905.99
16+370.000	0.88	44.47	44.47	91.87	659.04	1070145.28	1070145.28	950853.86	119291.42
16+371.648	0.43	1.08	1.08	101.84	159.62	1070146.36	1070146.36	951013.48	119132.88
16+400.000	0.00	6.05	6.05	395.02	7043.41	1070152.41	1070152.41	958056.90	112095.51
16+450.000	0.00	0.00	0.00	1315.77	42769.75	1070152.41	1070152.41	1000826.65	69325.76
16+500.000	0.00	0.00	0.00	2376.20	92299.25	1070152.41	1070152.41	1093125.90	-22973.49
16+550.000	0.03	0.80	0.80	2760.63	128420.71	1070153.21	1070153.21	1221546.60	-151393.40
16+600.000	0.00	0.80	0.80	2338.60	127480.72	1070154.00	1070154.00	1349027.33	-278873.32
16+649.863	0.00	0.00	0.00	2346.85	116815.33	1070154.00	1070154.00	1465842.66	-395688.65
16+650.000	0.00	0.00	0.00	2347.23	321.31	1070154.00	1070154.00	1466163.97	-396009.96
16+660.000	0.00	0.00	0.00	2340.29	22639.19	1070154.00	1070154.00	1488803.16	-418649.15
16+670.000	0.00	0.00	0.00	2286.25	22424.91	1070154.00	1070154.00	1511228.06	-441074.06
16+680.000	0.00	0.00	0.00	2247.02	22088.74	1070154.00	1070154.00	1533316.80	-463162.80
16+690.000	0.00	0.00	0.00	2165.99	21614.46	1070154.00	1070154.00	1554931.26	-484777.26
16+700.000	0.00	0.00	0.00	2062.83	20828.74	1070154.00	1070154.00	1575760.01	-505606.00
16+710.000	0.00	0.00	0.00	1941.72	19854.45	1070154.00	1070154.00	1595614.46	-525460.45
16+720.000	0.00	0.00	0.00	1805.95	18690.71	1070154.00	1070154.00	1614305.17	-544151.17
16+730.000	0.00	0.00	0.00	1677.72	17466.91	1070154.00	1070154.00	1631772.08	-561618.07
16+740.000	0.00	0.00	0.00	1557.75	16274.53	1070154.00	1070154.00	1648046.61	-577892.61

16+750.000	0.00	0.00	0.00	1469.67	15234.66	1070154.00	1070154.00	1663281.27	-593127.27
16+760.000	0.00	0.00	0.00	1412.24	14499.82	1070154.00	1070154.00	1677781.09	-607627.09
16+770.000	0.00	0.00	0.00	1392.95	14125.14	1070154.00	1070154.00	1691906.24	-621752.23
16+770.303	0.00	0.00	0.00	1392.83	421.37	1070154.00	1070154.00	1692327.60	-622173.60
16+780.000	0.00	0.00	0.00	1395.31	13631.25	1070154.00	1070154.00	1705958.85	-635804.85
16+790.000	0.00	0.00	0.00	1394.62	14066.94	1070154.00	1070154.00	1720025.79	-649871.79
16+800.000	0.00	0.00	0.00	1376.88	13963.16	1070154.00	1070154.00	1733988.95	-663834.94
16+810.000	0.00	0.00	0.00	1340.04	13673.73	1070154.00	1070154.00	1747662.67	-677508.67
16+820.000	0.00	0.00	0.00	1282.67	13182.02	1070154.00	1070154.00	1760844.70	-690690.70
16+830.000	0.00	0.00	0.00	1202.80	12472.52	1070154.00	1070154.00	1773317.22	-703163.21
16+840.000	0.00	0.00	0.00	1103.07	11550.41	1070154.00	1070154.00	1784867.63	-714713.63
16+850.000	0.00	0.00	0.00	979.72	10408.60	1070154.00	1070154.00	1795276.23	-725122.23
16+860.000	0.00	0.00	0.00	837.24	9051.27	1070154.00	1070154.00	1804327.50	-734173.50
16+870.000	0.00	0.00	0.00	686.04	7568.93	1070154.00	1070154.00	1811896.43	-741742.43
16+880.000	0.00	0.00	0.00	531.01	6043.93	1070154.00	1070154.00	1817940.36	-747786.36
16+890.000	0.00	0.00	0.00	381.72	4534.71	1070154.00	1070154.00	1822475.07	-752321.06
16+890.742	0.00	0.00	0.00	370.96	279.22	1070154.00	1070154.00	1822754.28	-752600.28
16+900.000	0.00	0.00	0.00	241.12	2833.35	1070154.00	1070154.00	1825587.63	-755433.63
16+950.000	133.39	3334.66	3334.66	0.00	6027.97	1073488.66	1073488.66	1831615.60	-758126.94
17+000.000	1029.37	29068.96	29068.96	0.00	0.00	1102557.62	1102557.62	1831615.60	-729057.98
17+050.000	2845.69	96876.57	96876.57	0.00	0.00	1199434.18	1199434.18	1831615.60	-632181.42
17+076.357	3755.46	86994.15	86994.15	0.00	0.00	1286428.33	1286428.33	1831615.60	-545187.27
17+080.000	3855.87	13862.96	13862.96	0.00	0.00	1300291.29	1300291.29	1831615.60	-531324.31
17+090.000	4073.76	40291.77	40291.77	0.00	0.00	1340583.06	1340583.06	1831615.60	-491032.54
17+100.000	4187.46	41873.92	41873.92	0.00	0.00	1382456.98	1382456.98	1831615.60	-449158.62
17+110.000	4200.06	42318.05	42318.05	0.00	0.00	1424775.03	1424775.03	1831615.60	-406840.57
17+120.000	4122.10	41701.83	41701.83	0.00	0.00	1466476.86	1466476.86	1831615.60	-365138.74
17+130.000	3994.33	40314.19	40314.19	0.00	0.00	1506791.05	1506791.05	1831615.60	-324824.55
17+140.000	3835.03	38493.02	38493.02	0.00	0.00	1545284.07	1545284.07	1831615.60	-286331.53
17+150.000	3687.50	36583.31	36583.31	0.00	0.00	1581867.38	1581867.38	1831615.60	-249748.22
17+160.000	3576.11	34939.50	34939.50	0.00	0.00	1616806.89	1616806.89	1831615.60	-214808.72
17+170.000	3529.36	33846.05	33846.05	0.00	0.00	1650652.93	1650652.93	1831615.60	-180962.67
17+180.000	3529.53	33368.85	33368.85	0.00	0.00	1684021.78	1684021.78	1831615.60	-147593.82
17+190.000	3567.35	33353.03	33353.03	0.00	0.00	1717374.82	1717374.82	1831615.60	-114240.79
17+193.292	3588.97	11777.99	11777.99	0.00	0.00	1729152.81	1729152.81	1831615.60	-102462.79
17+200.000	3642.14	22696.00	22696.00	0.00	0.00	1751848.81	1751848.81	1831615.60	-79766.80
17+210.000	3754.90	34554.17	34554.17	0.00	0.00	1786402.97	1786402.97	1831615.60	-45212.63
17+220.000	3915.65	35825.58	35825.58	0.00	0.00	1822228.56	1822228.56	1831615.60	-9387.05
17+230.000	4093.19	37468.34	37468.34	0.00	0.00	1859696.89	1859696.89	1831615.60	28081.29
17+240.000	4252.70	39130.90	39130.90	0.00	0.00	1898827.79	1898827.79	1831615.60	67212.19
17+250.000	4364.64	40443.31	40443.31	0.00	0.00	1939271.10	1939271.10	1831615.60	107655.50
17+260.000	4452.98	41365.11	41365.11	0.00	0.00	1980636.21	1980636.21	1831615.60	149020.60
17+270.000	4520.57	42056.65	42056.65	0.00	0.00	2022692.86	2022692.86	1831615.60	191077.26
17+280.000	4567.12	42520.44	42520.44	0.00	0.00	2065213.30	2065213.30	1831615.60	233597.70
17+290.000	4616.80	42872.75	42872.75	0.00	0.00	2108086.06	2108086.06	1831615.60	276470.45
17+300.000	4631.05	43048.44	43048.44	0.00	0.00	2151134.50	2151134.50	1831615.60	319518.89
17+310.000	4652.69	43058.57	43058.57	0.00	0.00	2194193.07	2194193.07	1831615.60	362577.47
17+310.226	4653.28	1051.50	1051.50	0.00	0.00	2195244.57	2195244.57	1831615.60	363628.97
17+350.000	4057.79	173237.21	173237.21	0.00	0.00	2368481.78	2368481.78	1831615.60	536866.18
17+400.000	2436.58	162359.42	162359.42	0.00	0.00	2530841.20	2530841.20	1831615.60	699225.60

17+450.000	1683.24	102995.66	102995.66	0.23	5.68	2633836.86	2633836.86	1831621.28	802215.58
17+500.000	1711.28	84863.11	84863.11	0.00	5.68	2718699.97	2718699.97	1831626.96	887073.01
17+550.000	2679.32	109765.14	109765.14	0.01	0.29	2828465.11	2828465.11	1831627.25	996837.86
17+600.000	3561.27	156014.77	156014.77	0.00	0.29	2984479.89	2984479.89	1831627.54	1152852.34
17+603.306	3568.49	11786.73	11786.73	0.00	0.00	2996266.62	2996266.62	1831627.54	1164639.07
17+610.000	3586.80	23947.50	23947.50	0.00	0.00	3020214.11	3020214.11	1831627.54	1188586.57
17+620.000	3604.06	35954.31	35954.31	0.00	0.00	3056168.42	3056168.42	1831627.54	1224540.87
17+630.000	3579.41	35917.35	35917.35	0.00	0.00	3092085.77	3092085.77	1831627.54	1260458.22
17+640.000	3508.70	35440.52	35440.52	0.00	0.00	3127526.29	3127526.29	1831627.54	1295898.74
17+650.000	3421.41	34650.54	34650.54	0.00	0.00	3162176.83	3162176.83	1831627.54	1330549.29
17+660.000	3313.57	33674.92	33674.92	0.00	0.00	3195851.75	3195851.75	1831627.54	1364224.20
17+670.000	3219.80	32666.87	32666.87	0.00	0.00	3228518.62	3228518.62	1831627.54	1396891.07
17+680.000	3111.96	31658.81	31658.81	0.00	0.00	3260177.43	3260177.43	1831627.54	1428549.88
17+690.000	2993.24	30525.99	30525.99	0.00	0.00	3290703.41	3290703.41	1831627.54	1459075.87
17+700.000	2892.85	29430.46	29430.46	0.00	0.00	3320133.87	3320133.87	1831627.54	1488506.33
17+710.000	2810.37	28516.11	28516.11	0.00	0.00	3348649.98	3348649.98	1831627.54	1517022.43
17+717.019	2753.96	19527.73	19527.73	0.00	0.00	3368177.71	3368177.71	1831627.54	1536550.16
17+720.000	2731.41	8176.22	8176.22	0.00	0.00	3376353.93	3376353.93	1831627.54	1544726.39
17+730.000	2672.03	27017.17	27017.17	0.00	0.00	3403371.10	3403371.10	1831627.54	1571743.56
17+740.000	2674.93	26734.76	26734.76	0.00	0.00	3430105.86	3430105.86	1831627.54	1598478.32
17+750.000	2703.55	26892.36	26892.36	0.00	0.00	3456998.22	3456998.22	1831627.54	1625370.68
17+760.000	2761.30	27324.25	27324.25	0.00	0.00	3484322.47	3484322.47	1831627.54	1652694.93
17+770.000	2855.54	28084.19	28084.19	0.00	0.00	3512406.66	3512406.66	1831627.54	1680779.12
17+780.000	2963.59	29095.61	29095.61	0.00	0.00	3541502.28	3541502.28	1831627.54	1709874.73
17+790.000	3082.07	30228.28	30228.28	0.00	0.00	3571730.55	3571730.55	1831627.54	1740103.01
17+800.000	3184.19	31331.28	31331.28	0.00	0.00	3603061.83	3603061.83	1831627.54	1771434.29
17+810.000	3251.22	32177.03	32177.03	0.00	0.00	3635238.86	3635238.86	1831627.54	1803611.32
17+820.000	3293.98	32725.97	32725.97	0.00	0.00	3667964.84	3667964.84	1831627.54	1836337.29
17+830.000	3325.89	33099.33	33099.33	0.00	0.00	3701064.17	3701064.17	1831627.54	1869436.63
17+830.731	3328.25	2433.58	2433.58	0.00	0.00	3703497.75	3703497.75	1831627.54	1871870.21
17+850.000	3427.12	65083.09	65083.09	0.02	0.24	3768580.84	3768580.84	1831627.78	1936953.06
17+900.000	3983.70	185270.60	185270.60	0.00	0.62	3953851.44	3953851.44	1831628.40	2122223.04
17+950.000	4853.34	220926.03	220926.03	0.00	0.00	4174777.47	4174777.47	1831628.40	2343149.07
18+000.000	5219.50	251821.05	251821.05	0.00	0.00	4426598.52	4426598.52	1831628.40	2594970.12
18+050.000	4768.22	249693.17	249693.17	0.06	1.38	4676291.69	4676291.69	1831629.78	2844661.91
18+100.000	4660.23	235711.21	235711.21	0.00	1.38	4912002.90	4912002.90	1831631.16	3080371.74
18+150.000	5006.41	241665.95	241665.95	0.02	0.46	5153668.85	5153668.85	1831631.62	3322037.22
18+200.000	4889.44	247396.18	247396.18	0.00	0.46	5401065.03	5401065.03	1831632.09	3569432.94
18+250.000	5471.11	259013.70	259013.70	0.00	0.02	5660078.72	5660078.72	1831632.10	3828446.62
18+300.000	5782.53	281341.03	281341.03	0.00	0.02	5941419.75	5941419.75	1831632.12	4109787.64
18+350.000	5115.80	272458.30	272458.30	0.00	0.00	6213878.05	6213878.05	1831632.12	4382245.93
18+370.288	4748.97	100068.37	100068.37	0.00	0.00	6313946.42	6313946.42	1831632.12	4482314.31
18+380.000	4565.92	45232.93	45232.93	0.00	0.00	6359179.35	6359179.35	1831632.12	4527547.23
18+390.000	4387.77	44768.45	44768.45	0.00	0.00	6403947.80	6403947.80	1831632.12	4572315.68
18+400.000	4217.77	43027.70	43027.70	0.00	0.00	6446975.51	6446975.51	1831632.12	4615343.39
18+410.000	4048.86	41333.14	41333.14	0.00	0.00	6488308.64	6488308.64	1831632.12	4656676.53
18+420.000	3879.23	39640.47	39640.47	0.00	0.00	6527949.11	6527949.11	1831632.12	4696317.00
18+430.000	3728.59	38039.09	38039.09	0.00	0.00	6565988.21	6565988.21	1831632.12	4734356.09
18+440.000	3600.97	36647.76	36647.76	0.00	0.00	6602635.96	6602635.96	1831632.12	4771003.85
18+450.000	3469.37	35351.68	35351.68	0.00	0.00	6637987.64	6637987.64	1831632.12	4806355.53

18+460.000	3298.81	33840.90	33840.90	0.00	0.00	6671828.54	6671828.54	1831632.12	4840196.43
18+470.000	3088.08	31934.46	31934.46	0.00	0.00	6703763.01	6703763.01	1831632.12	4872130.89
18+480.000	2850.51	29692.97	29692.97	0.00	0.00	6733455.98	6733455.98	1831632.12	4901823.86
18+490.000	2584.61	27175.59	27175.59	0.00	0.00	6760631.57	6760631.57	1831632.12	4928999.45
18+500.000	2293.66	24391.32	24391.32	0.00	0.00	6785022.89	6785022.89	1831632.12	4953390.78
18+510.000	1996.29	21449.75	21449.75	0.00	0.00	6806472.64	6806472.64	1831632.12	4974840.52
18+520.000	1709.59	18529.40	18529.40	0.00	0.00	6825002.04	6825002.04	1831632.12	4993369.92
18+530.000	1441.09	15753.38	15753.38	0.00	0.00	6840755.41	6840755.41	1831632.12	5009123.30
18+530.030	1440.32	43.33	43.33	0.00	0.00	6840798.74	6840798.74	1831632.12	5009166.63
18+540.000	1206.90	13196.28	13196.28	0.00	0.00	6853995.02	6853995.02	1831632.12	5022362.91
18+550.000	1000.59	11037.46	11037.46	0.00	0.00	6865032.49	6865032.49	1831632.12	5033400.37
18+560.000	818.87	9097.30	9097.30	0.00	0.00	6874129.79	6874129.79	1831632.12	5042497.67
18+570.000	675.07	7469.70	7469.70	0.00	0.00	6881599.49	6881599.49	1831632.12	5049967.37
18+580.000	567.27	6211.69	6211.69	0.00	0.00	6887811.18	6887811.18	1831632.12	5056179.06
18+590.000	472.75	5200.07	5200.07	0.00	0.00	6893011.25	6893011.25	1831632.12	5061379.13
18+600.000	375.60	4241.72	4241.72	0.00	0.00	6897252.96	6897252.96	1831632.12	5065620.84
18+610.000	306.87	3412.32	3412.32	0.00	0.00	6900665.28	6900665.28	1831632.12	5069033.17
18+620.000	256.09	2814.80	2814.80	0.00	0.00	6903480.09	6903480.09	1831632.12	5071847.97
18+630.000	206.55	2313.20	2313.20	0.00	0.00	6905793.29	6905793.29	1831632.12	5074161.17
18+640.000	176.79	1916.70	1916.70	0.00	0.00	6907709.99	6907709.99	1831632.12	5076077.87
18+650.000	158.62	1677.09	1677.09	0.00	0.00	6909387.07	6909387.07	1831632.12	5077754.96
18+660.000	142.49	1505.57	1505.57	0.00	0.00	6910892.64	6910892.64	1831632.12	5079260.53
18+670.000	134.02	1382.54	1382.54	0.00	0.00	6912275.18	6912275.18	1831632.12	5080643.06
18+680.000	131.72	1328.71	1328.71	0.00	0.00	6913603.89	6913603.89	1831632.12	5081971.78
18+689.772	135.90	1307.65	1307.65	0.00	0.00	6914911.55	6914911.55	1831632.12	5083279.43
18+700.000	145.58	1439.49	1439.49	0.00	0.00	6916351.04	6916351.04	1831632.12	5084718.93
18+750.000	476.24	15545.44	15545.44	0.04	0.99	6931896.48	6931896.48	1831633.10	5100263.38
18+800.000	1130.94	40179.43	40179.43	0.00	0.99	6972075.91	6972075.91	1831634.09	5140441.82
18+850.000	2479.11	90251.19	90251.19	0.00	0.00	7062327.10	7062327.10	1831634.09	5230693.01
18+900.000	4803.25	182058.98	182058.98	0.00	0.00	7244386.08	7244386.08	1831634.09	5412751.99
18+950.000	6599.53	285069.57	285069.57	0.00	0.00	7529455.65	7529455.65	1831634.09	5697821.56
18+988.068	6981.48	258503.15	258503.15	0.00	0.00	7787958.81	7787958.81	1831634.09	5956324.71
18+990.000	6993.26	13497.38	13497.38	0.00	0.00	7801456.19	7801456.19	1831634.09	5969822.10
19+000.000	7063.21	70282.33	70282.33	0.00	0.00	7871738.52	7871738.52	1831634.09	6040104.43
19+010.000	7184.79	71240.00	71240.00	0.00	0.00	7942978.52	7942978.52	1831634.09	6111344.43
19+020.000	7360.07	72724.33	72724.33	0.00	0.00	8015702.85	8015702.85	1831634.09	6184068.76
19+030.000	7550.89	74554.83	74554.83	0.00	0.00	8090257.68	8090257.68	1831634.09	6258623.59
19+040.000	7749.11	76500.00	76500.00	0.00	0.00	8166757.68	8166757.68	1831634.09	6335123.59
19+050.000	7917.44	78332.75	78332.75	0.00	0.00	8245090.43	8245090.43	1831634.09	6413456.34
19+060.000	8072.72	79950.80	79950.80	0.00	0.00	8325041.23	8325041.23	1831634.09	6493407.13
19+070.000	8162.69	81177.01	81177.01	0.00	0.00	8406218.24	8406218.24	1831634.09	6574584.14
19+080.000	8179.95	81713.20	81713.20	0.00	0.00	8487931.44	8487931.44	1831634.09	6656297.35
19+090.000	8143.99	81619.74	81619.74	0.00	0.00	8569551.18	8569551.18	1831634.09	6737917.09
19+100.000	8041.57	80927.82	80927.82	0.00	0.00	8650479.01	8650479.01	1831634.09	6818844.91
19+106.557	7960.45	52464.71	52464.71	0.00	0.00	8702943.72	8702943.72	1831634.09	6871309.63
19+110.000	7913.50	27324.92	27324.92	0.00	0.00	8730268.64	8730268.64	1831634.09	6898634.55
19+120.000	7771.14	78423.17	78423.17	0.00	0.00	8808691.81	8808691.81	1831634.09	6977057.72
19+130.000	7604.69	76879.15	76879.15	0.00	0.00	8885570.96	8885570.96	1831634.09	7053936.87
19+140.000	7417.94	75113.19	75113.19	0.00	0.00	8960684.15	8960684.15	1831634.09	7129050.06
19+150.000	7284.72	73513.33	73513.33	0.00	0.00	9034197.48	9034197.48	1831634.09	7202563.39

19+160.000	7191.24	72379.82	72379.82	0.00	0.00	9106577.29	9106577.29	1831634.09	7274943.20
19+170.000	7108.37	71498.09	71498.09	0.00	0.00	9178075.38	9178075.38	1831634.09	7346441.29
19+180.000	7102.79	71055.83	71055.83	0.00	0.00	9249131.21	9249131.21	1831634.09	7417497.12
19+190.000	7117.25	71100.19	71100.19	0.00	0.00	9320231.39	9320231.39	1831634.09	7488597.30
19+200.000	7132.86	71250.55	71250.55	0.00	0.00	9391481.94	9391481.94	1831634.09	7559847.85
19+210.000	7162.47	71476.65	71476.65	0.00	0.00	9462958.59	9462958.59	1831634.09	7631324.50
19+220.000	7190.00	71762.33	71762.33	0.00	0.00	9534720.93	9534720.93	1831634.09	7703086.83
19+225.046	7200.60	36308.98	36308.98	0.00	0.00	9571029.90	9571029.90	1831634.09	7739395.81
19+250.000	7227.62	180019.43	180019.43	0.00	0.00	9751049.34	9751049.34	1831634.09	7919415.24
19+300.000	7254.06	362042.00	362042.00	0.00	0.00	10113091.34	10113091.34	1831634.09	8281457.24
19+350.000	7043.75	357445.23	357445.23	0.00	0.15	10470536.57	10470536.57	1831634.25	8638902.32
19+400.000	6531.26	339375.23	339375.23	0.00	0.15	10809911.79	10809911.79	1831634.40	8978277.39
19+450.000	6467.55	324970.25	324970.25	0.03	0.83	11134882.04	11134882.04	1831635.23	9303246.81
19+500.000	5787.07	306365.34	306365.34	0.00	0.83	11441247.38	11441247.38	1831636.07	9609611.31
19+550.000	4307.65	252367.97	252367.97	0.00	0.00	11693615.35	11693615.35	1831636.07	9861979.28
19+600.000	2826.46	178352.76	178352.76	0.00	0.00	11871968.11	11871968.11	1831636.07	10040332.04
19+650.000	3102.58	148225.88	148225.88	0.00	0.00	12020193.99	12020193.99	1831636.07	10188557.92
19+700.000	3326.38	160724.01	160724.01	0.00	0.00	12180918.00	12180918.00	1831636.07	10349281.93
19+750.000	3836.15	179063.26	179063.26	0.04	1.08	12359981.26	12359981.26	1831637.15	10528344.11
19+800.000	4639.74	211897.26	211897.26	0.00	1.08	12571878.52	12571878.52	1831638.23	10740240.29
19+827.811	4795.14	131197.15	131197.15	0.00	0.00	12703075.67	12703075.67	1831638.23	10871437.44
19+830.000	4806.85	10509.06	10509.06	0.00	0.00	12713584.73	12713584.73	1831638.23	10881946.50
19+840.000	4862.34	48345.98	48345.98	0.00	0.00	12761930.71	12761930.71	1831638.23	10930292.48
19+850.000	4887.96	48751.51	48751.51	0.00	0.00	12810682.22	12810682.22	1831638.23	10979043.99
19+860.000	4889.54	48887.51	48887.51	0.00	0.00	12859569.72	12859569.72	1831638.23	11027931.49
19+870.000	4895.67	48926.04	48926.04	0.00	0.00	12908495.77	12908495.77	1831638.23	11076857.53
19+880.000	4978.72	49371.94	49371.94	0.00	0.00	12957867.71	12957867.71	1831638.23	11126229.48
19+884.773	5033.58	23894.66	23894.66	0.00	0.00	12981762.37	12981762.37	1831638.23	11150124.14
19+890.000	5092.48	26464.13	26464.13	0.00	0.00	13008226.51	13008226.51	1831638.23	11176588.27
19+900.000	5201.84	51471.61	51471.61	0.00	0.00	13059698.11	13059698.11	1831638.23	11228059.88
19+910.000	5387.93	52948.85	52948.85	0.00	0.00	13112646.96	13112646.96	1831638.23	11281008.73
19+920.000	5628.90	55084.17	55084.17	0.00	0.00	13167731.13	13167731.13	1831638.23	11336092.90
19+930.000	5860.27	57445.85	57445.85	0.00	0.00	13225176.99	13225176.99	1831638.23	11393538.75
19+940.000	5914.31	58872.87	58872.87	0.00	0.00	13284049.85	13284049.85	1831638.23	11452411.62
19+941.735	5903.58	10252.36	10252.36	0.00	0.00	13294302.21	13294302.21	1831638.23	11462663.98
19+950.000	5850.38	48572.94	48572.94	0.00	0.04	13342875.15	13342875.15	1831638.27	11511236.88
20+000.000	5263.62	277850.06	277850.06	0.00	0.24	13620725.21	13620725.21	1831638.51	11789086.70
20+050.000	5588.87	271312.24	271312.24	0.00	0.00	13892037.44	13892037.44	1831638.51	12060398.94
20+100.000	6132.92	293044.72	293044.72	0.00	0.00	14185082.16	14185082.16	1831638.51	12353443.66
20+150.000	6786.91	322995.71	322995.71	0.04	1.00	14508077.87	14508077.87	1831639.51	12676438.37
20+181.252	7229.84	219022.71	219022.71	0.00	0.62	14727100.58	14727100.58	1831640.13	12895460.45
20+190.000	7387.98	63722.64	63722.64	0.00	0.00	14790823.22	14790823.22	1831640.13	12959183.09
20+200.000	7553.33	74270.00	74270.00	0.00	0.00	14865093.22	14865093.22	1831640.13	13033453.09
20+210.000	7746.38	75879.01	75879.01	0.00	0.00	14940972.23	14940972.23	1831640.13	13109332.10
20+220.000	7961.76	77772.49	77772.49	0.00	0.00	15018744.72	15018744.72	1831640.13	13187104.59
20+230.000	8206.86	79973.27	79973.27	0.00	0.00	15098717.98	15098717.98	1831640.13	13267077.85
20+240.000	8570.48	83077.76	83077.76	0.00	0.00	15181795.75	15181795.75	1831640.13	13350155.62
20+250.000	9000.10	87234.86	87234.86	0.00	0.00	15269030.60	15269030.60	1831640.13	13437390.47
20+260.000	9377.11	91390.01	91390.01	0.00	0.00	15360420.62	15360420.62	1831640.13	13528780.49
20+270.000	9674.85	94791.19	94791.19	0.00	0.00	15455211.81	15455211.81	1831640.13	13623571.68

20+280.000	9861.22	97145.06	97145.06	0.00	0.00	15552356.87	15552356.87	1831640.13	13720716.74
20+290.000	9959.65	98384.37	98384.37	0.00	0.00	15650741.24	15650741.24	1831640.13	13819101.11
20+299.720	10026.20	96229.11	96229.11	0.00	0.00	15746970.34	15746970.34	1831640.13	13915330.21
20+300.000	10028.31	2809.44	2809.44	0.00	0.00	15749779.79	15749779.79	1831640.13	13918139.65
20+310.000	10119.72	99695.22	99695.22	0.00	0.00	15849475.01	15849475.01	1831640.13	14017834.88
20+320.000	10254.25	100838.63	100838.63	0.00	0.00	15950313.64	15950313.64	1831640.13	14118673.51
20+330.000	10441.15	102584.87	102584.87	0.00	0.00	16052898.51	16052898.51	1831640.13	14221258.38
20+340.000	10672.32	104919.06	104919.06	0.00	0.00	16157817.57	16157817.57	1831640.13	14326177.44
20+350.000	10914.37	107609.53	107609.53	0.00	0.00	16265427.10	16265427.10	1831640.13	14433786.97
20+360.000	11151.72	110412.44	110412.44	0.00	0.00	16375839.54	16375839.54	1831640.13	14544199.40
20+370.000	11371.05	113152.58	113152.58	0.00	0.00	16488992.11	16488992.11	1831640.13	14657351.98
20+380.000	11587.91	115803.95	115803.95	0.00	0.00	16604796.06	16604796.06	1831640.13	14773155.93
20+390.000	11826.15	118570.07	118570.07	0.00	0.00	16723366.13	16723366.13	1831640.13	14891726.00
20+400.000	12123.89	121776.28	121776.28	0.00	0.00	16845142.41	16845142.41	1831640.13	15013502.28
20+410.000	12504.25	125735.50	125735.50	0.00	0.00	16970877.92	16970877.92	1831640.13	15139237.79
20+418.188	12856.55	106378.23	106378.23	0.00	0.00	17077256.15	17077256.15	1831640.13	15245616.02
20+450.000	14058.04	428102.57	428102.57	0.00	0.00	17505358.72	17505358.72	1831640.13	15673718.59
20+500.000	13485.59	688590.61	688590.61	0.00	0.00	18193949.33	18193949.33	1831640.13	16362309.20
20+550.000	10760.70	606157.09	606157.09	0.34	8.58	18800106.42	18800106.42	1831648.71	16968457.70
20+583.046	9479.31	334426.19	334426.19	0.00	5.67	19134532.61	19134532.61	1831654.39	17302878.22
20+590.000	9318.48	65359.38	65359.38	0.00	0.00	19199891.99	19199891.99	1831654.39	17368237.60
20+600.000	9118.27	100783.50	100783.50	0.00	0.00	19300675.49	19300675.49	1831654.39	17469021.10
20+610.000	8949.73	99374.01	99374.01	0.00	0.00	19400049.50	19400049.50	1831654.39	17568395.11
20+620.000	8812.13	98283.48	98283.48	0.00	0.00	19498332.98	19498332.98	1831654.39	17666678.59
20+630.000	8692.16	97389.79	97389.79	0.00	0.00	19595722.76	19595722.76	1831654.39	17764068.38
20+640.000	8600.19	96649.79	96649.79	0.00	0.00	19692372.56	19692372.56	1831654.39	17860718.17
20+650.000	8546.83	96175.68	96175.68	0.00	0.00	19788548.24	19788548.24	1831654.39	17956893.85
20+660.000	8503.62	95863.94	95863.94	0.00	0.00	19884412.18	19884412.18	1831654.39	18052757.79
20+670.000	8445.15	95399.37	95399.37	0.00	0.00	19979811.55	19979811.55	1831654.39	18148157.16
20+680.000	8307.61	94211.15	94211.15	0.00	0.00	20074022.70	20074022.70	1831654.39	18242368.32
20+690.000	8117.13	92081.31	92081.31	0.00	0.00	20166104.02	20166104.02	1831654.39	18334449.63
20+700.000	7932.37	89595.02	89595.02	0.00	0.00	20255699.03	20255699.03	1831654.39	18424044.65
20+710.000	7832.44	87655.49	87655.49	0.00	0.00	20343354.52	20343354.52	1831654.39	18511700.13
20+720.000	7864.89	87088.04	87088.04	0.00	0.00	20430442.56	20430442.56	1831654.39	18598788.17
20+730.000	7991.10	87927.97	87927.97	0.00	0.00	20518370.53	20518370.53	1831654.39	18686716.14
20+740.000	8165.08	89585.48	89585.48	0.00	0.00	20607956.01	20607956.01	1831654.39	18776301.62
20+750.000	8365.38	91621.69	91621.69	0.00	0.00	20699577.70	20699577.70	1831654.39	18867923.31
20+760.000	8573.93	93812.02	93812.02	0.00	0.00	20793389.72	20793389.72	1831654.39	18961735.33
20+770.000	8779.44	95975.31	95975.31	0.00	0.00	20889365.04	20889365.04	1831654.39	19057710.65
20+780.000	8991.62	98103.21	98103.21	0.00	0.00	20987468.25	20987468.25	1831654.39	19155813.86
20+790.000	9269.46	100657.31	100657.31	0.00	0.00	21088125.56	21088125.56	1831654.39	19256471.17
20+800.000	9615.41	104041.34	104041.34	0.00	0.00	21192166.90	21192166.90	1831654.39	19360512.51
20+806.593	9875.40	64247.10	64247.10	0.00	0.00	21256414.00	21256414.00	1831654.39	19424759.61
20+810.000	10011.47	33881.74	33881.74	0.00	0.00	21290295.74	21290295.74	1831654.39	19458641.35
20+820.000	10400.12	112436.66	112436.66	0.00	0.00	21402732.41	21402732.41	1831654.39	19571078.02
20+830.000	10758.05	116392.75	116392.75	0.00	0.00	21519125.15	21519125.15	1831654.39	19687470.76
20+840.000	11102.18	120053.89	120053.89	0.00	0.00	21639179.04	21639179.04	1831654.39	19807524.65
20+850.000	11423.47	123585.10	123585.10	0.00	0.00	21762764.14	21762764.14	1831654.39	19931109.75
20+860.000	11653.40	126581.62	126581.62	0.00	0.00	21889345.76	21889345.76	1831654.39	20057691.37
20+870.000	11713.94	128065.50	128065.50	0.00	0.00	22017411.26	22017411.26	1831654.39	20185756.87

20+880.000	11662.20	127813.67	127813.67	0.00	0.00	22145224.92	22145224.92	1831654.39	20313570.54
20+890.000	11532.44	126370.79	126370.79	0.00	0.00	22271595.71	22271595.71	1831654.39	20439941.32
20+900.000	11379.35	124178.73	124178.73	0.00	0.00	22395774.44	22395774.44	1831654.39	20564120.05
20+910.000	11266.16	121927.67	121927.67	0.00	0.00	22517702.11	22517702.11	1831654.39	20686047.72
20+920.000	11290.96	120772.03	120772.03	0.00	0.00	22638474.15	22638474.15	1831654.39	20806819.76
20+930.000	11349.03	120781.50	120781.50	0.00	0.00	22759255.65	22759255.65	1831654.39	20927601.26
20+940.000	11411.67	121314.16	121314.16	0.00	0.00	22880569.81	22880569.81	1831654.39	21048915.42
20+950.000	11402.32	121812.22	121812.22	0.00	0.00	23002382.02	23002382.02	1831654.39	21170727.64
20+960.000	11349.29	121781.73	121781.73	0.00	0.00	23124163.75	23124163.75	1831654.39	21292509.36
20+970.000	11207.94	121047.00	121047.00	0.00	0.00	23245210.75	23245210.75	1831654.39	21413556.36
20+980.000	10771.01	118312.17	118312.17	0.00	0.00	23363522.92	23363522.92	1831654.39	21531868.53
20+990.000	10202.66	113230.08	113230.08	0.00	0.00	23476753.00	23476753.00	1831654.39	21645098.61
21+000.000	9593.00	107060.37	107060.37	0.00	0.00	23583813.37	23583813.37	1831654.39	21752158.98
21+010.000	8519.01	98087.48	98087.48	0.00	0.00	23681900.84	23681900.84	1831654.39	21850246.46
21+020.000	7342.95	86000.88	86000.88	0.00	0.00	23767901.72	23767901.72	1831654.39	21936247.33
21+030.000	6162.18	73261.27	73261.27	0.00	0.00	23841162.99	23841162.99	1831654.39	22009508.61
21+030.139	6147.21	855.79	855.79	0.00	0.00	23842018.79	23842018.79	1831654.39	22010364.40
21+050.000	4387.87	104618.34	104618.34	0.19	1.84	23946637.13	23946637.13	1831656.23	22114980.90
21+100.000	1627.40	150381.55	150381.55	0.00	4.63	24097018.68	24097018.68	1831660.86	22265357.82
21+140.000	264.20	37831.97	37831.97	108.48	2169.51	24134850.65	24134850.65	1833830.37	22301020.28

Volume Report

Project: C:\Users\PAULOM-1
 \AppData\Local\Temp\CIVO_20210228_Final_Puentes_V4_Calculo
 Materiales_1_32313_17d2e0d5.svs
 Alignment: CIVO
 Sample Line Group: Seccion CIVO-9
 Start Sta: 32+740.000
 End Sta: 33+265.469

Station	Cut Area (Sq.m.)	Cut Volume (Cu.m.)	Reusable Volume (Cu.m.)	Fill Area (Sq.m.)	Fill Volume (Cu.m.)	Cum. Cut Vol. (Cu.m.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.m.)	Cum. Fill Vol. (Cu.m.)	Cum. Net Vol. (Cu.m.)
32+740.000	0.02	0.00	0.00	236.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32+760.000	12.39	124.07	124.07	89.03	3255.14	124.07	124.07	3255.14	-3131.07
32+800.000	87.41	1996.07	1996.07	0.80	1796.60	2120.14	2120.14	5051.74	-2931.60
32+840.000	71.17	3171.63	3171.63	2.07	57.28	5291.77	5291.77	5109.02	182.75
32+880.000	10.23	1627.95	1627.95	32.92	699.80	6919.72	6919.72	5808.82	1110.90
32+920.000	24.60	696.65	696.65	7.55	809.48	7616.37	7616.37	6618.30	998.07
32+960.000	61.35	1719.05	1719.05	0.00	151.02	9335.41	9335.41	6769.32	2566.10
33+000.000	50.32	2233.34	2233.34	2.13	42.64	11568.75	11568.75	6811.96	4756.80
33+008.488	62.10	477.13	477.13	1.47	15.27	12045.89	12045.89	6827.23	5218.66
33+010.000	64.85	95.95	95.95	1.44	2.20	12141.84	12141.84	6829.43	5312.41
33+020.000	88.20	736.38	736.38	1.10	13.43	12878.22	12878.22	6842.86	6035.36
33+030.000	110.67	962.00	962.00	0.03	5.97	13840.22	13840.22	6848.84	6991.39
33+040.000	135.33	1194.77	1194.77	0.02	0.26	15034.99	15034.99	6849.10	8185.90
33+050.000	157.73	1426.33	1426.33	0.00	0.09	16461.33	16461.33	6849.19	9612.14
33+060.000	176.67	1630.36	1630.36	0.00	0.00	18091.69	18091.69	6849.19	11242.50
33+070.000	185.67	1769.03	1769.03	0.00	0.00	19860.72	19860.72	6849.19	13011.53
33+080.000	184.01	1805.48	1805.48	0.00	0.00	21666.19	21666.19	6849.19	14817.00
33+090.000	175.08	1752.67	1752.67	0.00	0.01	23418.86	23418.86	6849.20	16569.66
33+100.000	158.42	1626.87	1626.87	0.09	0.49	25045.73	25045.73	6849.69	18196.04
33+110.000	140.64	1457.73	1457.73	0.24	1.77	26503.47	26503.47	6851.47	19652.00
33+120.000	126.25	1299.02	1299.02	0.00	1.31	27802.49	27802.49	6852.78	20949.71
33+130.000	128.62	1237.97	1237.97	0.09	0.51	29040.46	29040.46	6853.29	22187.17
33+130.918	130.13	118.80	118.80	0.11	0.09	29159.26	29159.26	6853.38	22305.88
33+140.000	159.38	1277.26	1277.26	0.17	1.34	30436.52	30436.52	6854.72	23581.80
33+150.000	212.31	1816.83	1816.83	0.00	0.91	32253.36	32253.36	6855.63	25397.72
33+160.000	275.77	2401.87	2401.87	0.00	0.00	34655.23	34655.23	6855.63	27799.60
33+170.000	345.58	3070.58	3070.58	0.00	0.00	37725.80	37725.80	6855.63	30870.17
33+180.000	407.90	3730.39	3730.39	0.00	0.00	41456.20	41456.20	6855.63	34600.56
33+190.000	345.02	3691.94	3691.94	0.00	0.00	45148.14	45148.14	6855.63	38292.51
33+200.000	357.12	3404.89	3404.89	0.00	0.00	48553.02	48553.02	6855.63	41697.39
33+210.000	339.57	3379.64	3379.64	0.00	0.00	51932.66	51932.66	6855.63	45077.03
33+220.000	321.70	3204.42	3204.42	0.00	0.00	55137.09	55137.09	6855.63	48281.45
33+230.000	309.49	3053.55	3053.55	0.00	0.00	58190.64	58190.64	6855.63	51335.00
33+240.000	329.34	3088.86	3088.86	0.00	0.00	61279.50	61279.50	6855.63	54423.87
33+250.000	343.45	3255.80	3255.80	0.00	0.00	64535.30	64535.30	6855.63	57679.67
33+253.348	346.36	1154.79	1154.79	0.00	0.00	65690.09	65690.09	6855.63	58834.46
33+265.469	361.33	4289.06	4289.06	0.00	0.00	69979.15	69979.15	6855.63	63123.51

Project: C:\Users\PAULOM~1

\AppData\Local\Temp\CIVO_20210228_Final_Puentes_V4_Calculo

Materiales_1_8288_5e0476d6.svs

Alignment: CIVO

Sample Line Group: Sección CIVO-10-Urbano

Start Sta: 33+265.469

End Sta: 33+976.706

Station	Cut Area (Sq.m.)	Cut Volume (Cu.m.)	Reusable Volume (Cu.m.)	Fill Area (Sq.m.)	Fill Volume (Cu.m.)	Cum. Cut Vol. (Cu.m.)	Cum. Reusable Vol. (Cu.m.)	Cum. Fill Vol. (Cu.m.)	Cum. Net Vol. (Cu.m.)
33+265.469	640.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33+280.000	809.44	10532.04	10532.04	0.00	0.00	10532.04	10532.04	0.00	10532.04
33+320.000	350.79	23204.52	23204.52	2.09	41.87	33736.56	33736.56	41.87	33694.69
33+360.000	0.00	7015.82	7015.82	190.85	3858.78	40752.38	40752.38	3900.65	36851.73
33+400.000	202.39	4047.73	4047.73	50.96	4836.19	44800.11	44800.11	8736.84	36063.27
33+440.000	155.24	7152.55	7152.55	19.61	1411.42	51952.66	51952.66	10148.26	41804.40
33+480.000	20.69	3518.63	3518.63	30.68	1005.75	55471.29	55471.29	11154.00	44317.29
33+520.000	0.00	413.81	413.81	42.60	1465.56	55885.10	55885.10	12619.56	43265.54
33+560.000	0.17	3.36	3.36	26.90	1389.95	55888.45	55888.45	14009.51	41878.94
33+600.000	0.00	3.36	3.36	49.62	1530.30	55891.81	55891.81	15539.81	40352.00
33+640.000	4.23	84.67	84.67	26.74	1527.03	55976.48	55976.48	17066.84	38909.64
33+680.000	5.30	190.61	190.61	21.27	960.16	56167.09	56167.09	18027.00	38140.09
33+720.000	1.76	141.15	141.15	16.39	753.25	56308.24	56308.24	18780.25	37527.99
33+760.000	0.95	54.19	54.19	9.31	514.07	56362.44	56362.44	19294.32	37068.12
33+800.000	0.00	18.98	18.98	43.51	1056.56	56381.41	56381.41	20350.88	36030.53
33+840.000	0.00	0.00	0.00	98.35	2837.21	56381.41	56381.41	23188.10	33193.32
33+880.000	1.19	23.73	23.73	31.23	2591.48	56405.14	56405.14	25779.57	30625.57
33+920.000	87.83	1780.27	1780.27	0.00	624.56	58185.41	58185.41	26404.14	31781.27
33+960.000	58.82	2932.88	2932.88	0.00	0.00	61118.29	61118.29	26404.14	34714.15
33+976.706	27.94	724.66	724.66	0.21	1.71	61842.95	61842.95	26405.85	35437.10

Anexo 21: Factores de Reajustes de Precios licitaciones número 2014 LN-000017-0CV00 y 2014LN-000018-0CV00 del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI).



Dirección de Costos de Vías y Puentes

Tel: 2202-5303
Email: gerencia_contratacion@conavi.go.cr
natalia_jager@conavi.go.cr

San José, 26 de marzo de 2021.
DCVP 07-2021-0265

Ingeniero
Edgar Meléndez Cerda
Gerente a.i. de Conservación de Vías y Puentes
CONSEJO NACIONAL DE VIALIDAD
S. O.

Ref.: Licitación Pública No. 2014LN-000017-0CV00, proyecto: "MR-II: Mantenimiento rutinario con equipo especializado y rehabilitación del sistema de evacuación pluvial de la red vial nacional pavimentada". Suministro de porcentajes de reajuste de precios correspondientes al mes de febrero 2021 (último disponible), aplicables a la Línea No. 15 (Zona 3-2, Quepos), cuyo contratista es la Constructora Hernán Solís, S.R.L.

Estimado ingeniero:

Por este medio se le remiten en forma anexa los porcentajes de reajuste de precios del proyecto y mes señalado en la referencia.

Como se ha informado con antelación, el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), a partir de octubre del 2017 dejó de efectuar la emisión del Índice de Precios del Acero Estructural de Importación (IPAEI), lo que afecta a 4 (cuatro) renglones de pago relacionados a guardacaminos de este proyecto (sustitución y suministro de vigas y postes). Al respecto, el Ing. Mario Rodríguez Vargas, Director Ejecutivo a.i., emitió la circular No. DIE-07-19-019-C de fecha 16 de octubre del 2019, dirigida entre otros a su persona, sobre la forma en que se efectuaría el reajuste de precios en éstos (uso del método analítico) y el procedimiento administrativo requerido (emisión de una Orden de Modificación (OM) sobre el particular). Por lo que, se está a la espera de la emisión de dicha OM para lo conducente.

La correcta aplicación de los porcentajes de reajuste suministrados para el resto de renglones de pago, será responsabilidad de la Ingeniería de Proyecto, de conformidad al plan de trabajo vigente y normativa aplicable.

Sin otro particular, se suscriben.

NATALIA JAGER
CHAVARRIA
(FIRMA)

Firmado digitalmente por
NATALIA JAGER CHAVARRIA
(FIRMA)
Fecha: 2021.04.05 08:57:07
-06'00'

Ing. Natalia Jager Chavarría
Dirección de Costos de Vías y Puentes

HAROLD

FERNANDO MORA

OBANDO (FIRMA)

Ing. Harold Mora Obando

Director de Costos de Vías y Puentes

EAMJ/HMO/EMSS/NJCH/njch

cc. Licda. Carmen Madrigal Rímola (digital)
Ing. Reynaldo Mata Carranza (digital)
Expediente
Archivo
Copiador
Archivo No. DCVP 07-2021-0265

EDUARDO ALBERTO
MORA JIMENEZ
(FIRMA)

Firmado digitalmente por
EDUARDO ALBERTO MORA
JIMENEZ (FIRMA)
Fecha: 2021.04.06 10:11:40 -06'00'

Ing. Eduardo Alberto Mora Jiménez
Jefe Departamento de Reajustes Reclamos

EDGAR MANUEL

SALAS SOLIS

(FIRMA)

Ing. Edgar Manuel Salas Solís

Gerente a.i. Contratación de Vías y Puentes

Directora Proveeduría Institucional-CONAVI.
Director a.i. Región Pacífico Central-CONAVI.



Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.

Tel: (506) 2202-5300 Fax: (506) 2202-5315 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica

www.conavi.go.cr



2014LN-000017-0CV00	MR II: Mantenimiento rutinario con maquinaria especializada, contingencias y rehabilitación del sistema de evacuación pluvial de la Red Vial Nacional Pavimentada.	1/12/2015
Zona 3-2	RESUMEN DE % DE REAJUSTES	LÍNEA 15
01/01/2021	AL	31/01/2021
REGLON DE PAGO	DESCRIPCION DEL REGLON DE PAGO	% REAJUSTE
M21(A)	Limpieza de canales	11,178%
M22(A)	Remoción de derrumbes	11,288%
M41(A)	Bacheo con mezcla asfáltica en caliente	11,786%
M41(D)	Bacheo de urgencia	11,967%
CR.617.01	Suministro e instalación de viga galvanizada para guardacaminos	
CR.617.05	Suministro e instalación de postes para guardacaminos	
CR.617.03	Sustitución de viga galvanizada para guardacaminos	
CR.617.05-	Sustitución de postes para guardacaminos	
M21(G)	Conformación de cunetas y espaldones	11,244%
CR.301.03	Suministro, colocación y compactación de base granular	4,449%
CR.204.01	Excavación en la vía	11,915%
CR.208.01	Excavación para estructuras	11,200%
CR.301.06	Suministro, colocación y compactación sub base granular	4,594%
CR.204.05	Material de préstamo clasificado.	7,023%
CR.209.03	Relleno para fundación	7,671%
CR.614.01	Hormigón ciclópeo	6,942%
CR.552.01(a)	Hormigón estructural clase A de 225 kg/cm2	4,343%
CR.552.02	Hormigón estructural clase X de 180 kg/cm2	4,273%
CR.602.01 (A)	Tubería de concreto reforzado Clase III - C 76, diámetro 600 mm	2,137%
CR.602.01 (C)	Tubería de concreto reforzado Clase III - C 76, diámetro 800 mm	1,938%
CR.602.01 (E)	Tubería de concreto reforzado Clase III - C 76, diámetro 1000 mm	2,337%
CR.602.01 (F)	Tubería de concreto reforzado Clase III - C 76, diámetro 1200 mm	1,882%
CR.602.01 (G)	Tubería de concreto reforzado Clase III - C 76, diámetro 1500 mm	0,793%
CR.602.01 (H)	Tubería de concreto reforzado Clase III - C 76, diámetro 2130 mm	0,278%
CR.605.08	Relleno granular filtrante para sub drenaje francés	6,860%
CR.714.01	Tela de fibra sintética para sub drenaje francés	7,377%
CR.659	Canal Revestido Tipo IV, Concreto Hidráulico	4,641%
CR.709.01	Acero estructural grado 60	25,575%
CR.633.01 (A)	Instalación de señal (chevron)	10,780%
CR.633.01 (B)	Instalación de señal (Ceda)	10,848%
CR.633.01 (C)	Instalación de señal (Alto)	10,854%



Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5300 Fax: (506) 2202-5315 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica

www.conavi.go.cr

Página 2 de 3



Zona 3-2	RESUMEN DE % DE REAJUSTES (continuación)	LÍNEA 15
REGLON DE PAGO	DESCRIPCION DEL REGLON DE PAGO	% REAJUSTE
CR.633.01 (D)	Instalación de señal (Espacio)	10,851%
CR.633.01 (E)	Instalación de señal (Vía Cerrada Adelante)	10,849%
CR.633.01 (F)	Instalación de señal (Emergencia Delineador)	10,553%
CR.633.01 (G)	Instalación de señal (Peligro)	10,598%
CR.633.03	Remoción de señal	11,357%
CR.253.04	Gaviones revestidos con PVC	18,021%
CR.253.05	Colchones de revestimiento, revestidos con PVC	21,563%
CR.253.04 (a1)	Gaviones, tipo terramesh 4 m de cola	20,930%
CR.253.04 (a2)	Gaviones, tipo terramesh 5 m de cola	21,362%
CR.253.04 (a3)	Gaviones, tipo terramesh 6 m de cola	22,248%
CR.615.01	Construcción de aceras	3,750%
CR.556.01 (A)	Construcción de baranda para puentes	8,673%
CR.556.01 (B)	Reparación de baranda para puentes	9,352%
CR.609.01	Cordón de concreto de cemento hidráulico	7,089%
CR.609.02	Cordón y cuneta de cemento hidráulico	3,675%
CR.609.05	Cordón de concreto asfáltico, 150 mm de altura	14,123%
CR.554.01	Acero de refuerzo Grado 40	14,502%
CR.202.04 (A)	Remoción individual de árboles (150 mm hasta 400 mm de diámetro)	11,083%
CR.202.04 (B)	Remoción individual de árboles (400 mm hasta 1000 mm de diámetro)	11,252%
CR.201.03	Remoción de árboles de gran tamaño (mayor a 1000 mm de diámetro)	11,274%
M634(1)1	Diseño de muros de retención, tipos I, II, III, IV, V y VI	7,779%
M634(1)2	Diseño de muros de retención, tipos VII, VIII, IX, X, XI y XII	7,779%
M634(1)3	Diseño de muros de retención, tipos XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX y XX	7,779%
M634(1)4	Diseño de muros de retención, tipos XXI, XXII, XXIII y XXIV	7,779%
MP-50 (B)	Pintura para estructuras de acero	7,472%



San José, 25 de marzo de 2021

DCVP 04-2021-0255

Ingeniero

Edgar Meléndez Cerda

Gerente a. i. Gerencia de Conservación de Vías y Puentes

CONSEJO NACIONAL de VIALIDAD

S. O.

Ref: Licitación Pública No. 2014LN-000018-OCV00, proyecto: "MP-R: Mantenimiento periódico y rehabilitación del pavimento de la Red Vial Nacional Pavimentada"; Línea 6 (Zonas: 2-2, 3-1 y 3-2), cuyo contratista es la Constructora Hernán Solís, S.L.R. **Suministro de porcentajes de reajuste correspondiente al mes de febrero de 2021.**

Estimado ingeniero:

Por este medio, se adjuntan los porcentajes de reajustes de precios del proyecto y mes indicado en la referencia.

Su cálculo se basa en la interpretación del descuento presentado por la empresa para esta línea, efectuado por su dependencia mediante oficio No. DRHN-01-17-2394 de fecha 12 de junio del 2017.

Se advierte que la correcta aplicación de la información suministrada es de total responsabilidad de la Ingeniería de proyecto, según el programa de trabajo vigente, actualizado y aprobado por la Administración y de acuerdo al principio de legalidad que cobija cualquier acto en la función pública.

Sin otro particular.

EDUARDO ALBERTO MORA JIMÉNEZ
(FIRMA)

Firmado digitalmente por
EDUARDO ALBERTO MORA
JIMÉNEZ (FIRMA)
Fecha: 2021.03.25 13:20:23 -06'00'

Ing. Eduardo Alberto Mora Jiménez

Jefe Departamento de Reajustes y Reclamos

HAROLD FERNANDO MORA OBANDO
(FIRMA)

Firmado digitalmente por HAROLD
FERNANDO MORA OBANDO
(FIRMA)
Fecha: 2021.03.25 13:51:17 -06'00'

Ing. Harold Mora Obando

Director a.i. de Costos de Vías y Puentes

EDGAR
MANUEL SALAS SOLIS (FIRMA)

Firmado digitalmente
por EDGAR MANUEL
SALAS SOLIS (FIRMA)
Fecha: 2021.03.25
14:20:41 -06'00'

Ing. Edgar Manuel Salas Solís

Gerente a.i. de Contratación de Vías y Puentes

C. Lioda, Carmen Madrigal Rímola (digital)
Ing. Reynaldo Mata Carranza (digital)
Ing. Luis Fernando Artavia Sánchez (digital)
Expediente
Archivo
Copiador
Archivo No. DCVP 04-2021-0255.doc

Directora Proveeduría Institucional-CONAVI.
Director a.i. Región Pacífico Central-CONAVI
Director a.i. Región Chorotega-CONAVI



Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.

Tel: (506) 2202-5300 Fax: (506) 2202-5315 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica

www.conavi.go.cr

2-2, 3-1 y 3-2 1/2/2021	2014LN-000018-0CV00 AL	6 28/2/2021
REGLON DE PAGO	DESCRIPCIÓN DEL REGLON DE PAGO	% REAJUSTE
CR.634.02.-	Señalamiento tipo I (Letreros de Solo)	10.541%
CR.634.02.+	Señalamiento tipo I (Sendas peatonales)	10.542%
CR.634.02.+	Señalamiento tipo I (Isla de Canalización Amarilla)	10.542%
CR.634.02.+	Señalamiento tipo I (Isla de Canalización Blanca)	10.542%
CR.634.04	Señalamiento tipo A (Línea Intermitente amarilla)	10.523%
CR.634.04--	Señalamiento tipo A (Línea Intermitente amarilla)	10.519%
CR.634.04--	Señalamiento tipo A (Línea Intermitente blanca)	10.522%
CR.634.04--	Señalamiento tipo A (Línea Intermitente blanca corta)	10.524%
CR.634.04	Señalamiento tipo A (Línea Continua amarilla)	10.525%
CR.634.04--	Señalamiento tipo A (Línea continua blanca)	10.525%
CR.634.02.-	Señalamiento tipo A (Flechas)	10.524%
CR.634.02.-	Señalamiento tipo A (Letreros de Alto)	10.521%
CR.634.02.-	Señalamiento tipo A (Letreros de Ceda)	10.521%
CR.634.02.-	Señalamiento tipo A (Letreros de Escuela)	10.521%
CR.634.02.-	Señalamiento tipo A (Letreros de Velocidad de KPH)	10.521%
CR.634.02.-	Señalamiento tipo A (Cruce de ferrocarril)	10.521%
CR.634.02.-	Señalamiento tipo A (Sendas peatonales)	10.521%
CR.634.02.-	Señalamiento tipo A (Isla de Canalización Amarilla)	10.521%
CR.634.02.-	Señalamiento tipo A (Isla de Canalización Blanca)	10.521%
CR.634.02.-	Señalamiento tipo A (Letreros de Solo)	10.524%
CR.634.05.	Señales rígidas sobre pavimento (Capitales 2 Caras Amarillas)	10.535%
CR.634.05.	Señales rígidas sobre pavimento (Capitales 2 Cara Roja)	10.535%
CR.634.05.	Señales rígidas sobre pavimento (Capitales 1 Cara blanca)	10.535%
CR.634.05.	Señales rígidas sobre pavimento (Capitales 1 Cara blanca 1 Cara roja)	10.535%
CR.634.02+	Señalamiento tipo I (Cruce de ferrocarril)	10.542%
M403(31)A	Diseño de rehabilitaciones y sobre capas asfálticas	7.667%
CR.634.02	Señalamiento tipo A (Línea continua negra)	10.511%
CR.301.06	Suministro, colocación y compactación sub base granular	5.158%
MOV.01	Perfilado de pavimento para borrado de demarcación horizontal	10.558%
CR.301.03	Suministro, colocación y compactación de base granular	4.881%
CR.502.01	Bacheo del pavimento de concreto	3.104%
CR.502.05	Fresado de la superficie (diamante)	12.044%
CR.302.03	Cemento Portland	2.269%
CR.502.08	Encasotado y compactado del pavimento de concreto	13.362%
CR.702.03	Emulsión asfáltica para imprimación	12.247%
CR.408(5)	Material de secado	6.063%
CR.501.01	Pavimento de concreto hidráulico con refuerzo	2.319%
CR.501.02	Pavimento de concreto hidráulico sin refuerzo	1.840%
CR.503.01	Sobrecapa de concreto hidráulico	2.294%
CR.634.04.-	Señalamiento tipo I (Línea Intermitente blanca corta)	10.541%
CR.634.04.-	Señalamiento tipo I (Línea Continua amarilla)	10.538%
CR.634.04.-	Señalamiento tipo I (Línea Intermitente blanca)	10.541%
CR.634.04.-	Señalamiento tipo I (Línea continua blanca)	10.538%
CR.634.02++	Señalamiento tipo I (Flechas)	10.541%
CR.634.02.-	Señalamiento tipo I (Letreros de Alto)	10.542%
CR.634.02.-	Señalamiento tipo I (Letreros de Ceda)	10.542%
CR.634.02.-	Señalamiento tipo I (Letreros de Escuela)	10.542%
CR.634.02.-	Señalamiento tipo I (Letreros de Velocidad de KPH)	10.542%
CR.502.02	Sellado de juntas y grietas	6.782%
CR.502.03	Lechada	6.529%
M30(A)	Reacondicionamiento de la calzada	10.559%
M40(A)	Levantamiento de tapas de pozos	7.544%
M41(A2)	Bacheo a profundidad parcial con mezcla asfáltica en caliente	9.422%
M42(B)	Perfilado de pavimento	10.875%
M43(C)	Rutero y sellado de grietas	7.957%
M45(A)	Pavimento bituminoso en caliente	6.915%
M45(E)	Pavimento bituminoso en caliente con polímeros	6.661%
M47(B)	Tratamiento bituminoso de preservación tipo S-2	10.119%
CR.502.07	Fracturación y asiento del pavimento de concreto	12.030%
CR.502.06	Quebrado y asiento del pavimento de concreto	12.030%
CR.502.04	Orificios para el sello	11.410%



Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.

Tel: (506) 2202-5300 Fax: (506) 2202-5315 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica

www.conavi.go.cr


Fuente: Consejo Nacional de Vialidad

Anexo 22: Análisis de precios de contrataciones N° PIT-1-LPI-O-2016, del Ministerio de Obras Públicas y Trasportes (MOPT), y 2014 LN-000017-0CV00 y 2014LN-000018-0CV00 del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI).

Descripción	Cañas Limonal, licitación N° PIT-1-LPI-O-2016				Mantenimiento periódico y rehabilitación del proyecto del pavimento de la Red Vial Nacional Pavimentada, licitación 2014LN-000018-0CV00 (Orotina)				Mantenimiento periódico y rehabilitación del proyecto del pavimento de la Red Vial Nacional Pavimentada, licitación 2014LN-000018-0CV00 (San Ramón)				Mantenimiento Rutinario con equipo especial y rehabilitación del sistema pluvial de la Red Vial Nacional Pavimentada, licitación 2014LN-000017-0CV00 (Orotina)				Mantenimiento Rutinario con equipo especial y rehabilitación del sistema pluvial de la Red Vial Nacional Pavimentada, licitación 2014LN-000017-0CV00 (San Ramón)				Máximo	Mínimo	Promedio	Precio Escogido
	Precios	Unidad	Porcentaje de Reajuste	Precio Reajustado	Precios	Unidad	Porcentaje de Reajuste	Precio Reajustado	Precios	Unidad	Porcentaje de Reajuste	Precio Reajustado	Precios	Unidad	Porcentaje de Reajuste a enero 2021	Precio Reajustado (enero 2021)	Precios	Unidad	Porcentaje de Reajuste a febrero 2021	Precio Reajustado febrero 2021)				
Limpieza y Remociones																								
Limpieza y Desmonte	\$2 546,07	ha	0,000%	\$2 546,07	₡0,00	ha	0,000%	---		ha	0,000%	---		ha	0,000%	---		ha	0,000%	---	\$2 546,07	\$2 546,07	\$2 546,07	\$2 546,07
Remoción (de estructuras menores y obstrucciones)	\$372,98	u	0,000%	\$372,98		u	0,000%	---		u	0,000%	---		u	0,000%	---		u	0,000%	---	\$372,98	\$372,98	\$372,98	\$372,98
Remoción de tuberías (alcantarillas existentes)	\$72,50	m	0,000%	\$72,50		m	0,000%	---		m	0,000%	---		m	0,000%	---		m	0,000%	---	\$72,50	\$72,50	\$72,50	\$72,50
			0,000%	---				---				---				---				---				
Movimientos de Tierra			0,000%	---				---				---				---				---				
Excavación en la vía	\$3,79	m³	0,000%	\$3,79		m³	0,000%	---		m³	0,000%	---	₡2 899,97	m³	9,757%	\$5,14	₡2 550,64	m³	12,076%	\$4,62	\$5,14	\$3,79	\$4,52	\$4,52
Excavación de préstamo selecto, Caso 2, para construcción de terraplenes, con CBR>10	\$6,53	m³	0,000%	\$6,53		m³	0,000%	---		m³	0,000%	---	₡13 929,15	m³	5,614%	\$23,77	₡9 598,21	m³	5,773%	\$16,40	\$23,77	\$16,40	\$20,08	\$20,08
Construcción de terraplenes	\$1,35	m³	0,000%	\$1,35		m³	0,000%	---		m³	0,000%	---		m³	0,000%	---		m³	0,000%	---	\$1,35	\$1,35	\$1,35	\$1,35
			0,000%	---				---				---				---				---				
Capas de Pavimento Rígido			0,000%	---				---				---				---				---				
Sub base de agregados, graduación C	\$29,92	m³	0,000%	\$29,92	₡14 021,38	m³	5,158%	\$23,82	₡12 542,11	m³	4,988%	\$21,27		m³	4,988%	---		m³	4,988%	---	\$29,92	\$21,27	\$25,00	\$25,00
Pavimento de concreto hidráulico MR 45 kg/cm2 para calzadas (22 cm espesor)	\$28,92	m²	0,000%	\$28,92		m²	0,000%	---		m²	0,000%	---		m²	0,000%	---		m²	0,000%	---	\$28,92	\$28,92	\$28,92	\$28,92
			0,000%	---				---				---				---				---				
Capas de Pavimento Semi Rígido			0,000%	---				---				---				---				---				
Mezcla Asfáltica Modificada con polímeros (espesor 13 cm)	\$126,83	ton	0,000%	\$126,83	₡60 178,11	ton	6,661%	\$103,69	₡56 482,08	ton	8,052%	\$98,59		ton	0,000%	---		ton	0,000%	---	\$103,69	\$98,59	\$101,14	\$101,14

Descripción	Cañas Limonal, licitación N° PIT-1-LPI-O-2016				Mantenimiento periódico y rehabilitación del proyecto del pavimento de la Red Vial Nacional Pavimentada, licitación 2014LN-000018-0CV00 (Orotina)				Mantenimiento periódico y rehabilitación del proyecto del pavimento de la Red Vial Nacional Pavimentada, licitación 2014LN-000018-0CV00 (San Ramón)				Mantenimiento Rutinario con equipo especial y rehabilitación del sistema pluvial de la Red Vial Nacional Pavimentada, licitación 2014LN-000017-0CV00 (Orotina)				Mantenimiento Rutinario con equipo especial y rehabilitación del sistema pluvial de la Red Vial Nacional Pavimentada, licitación 2014LN-000017-0CV00 (San Ramón)				Máximo	Mínimo	Promedio	Precio Escogido
	Precios	Unidad	Porcentaje de Reajuste	Precio Reajustado	Precios	Unidad	Porcentaje de Reajuste	Precio Reajustado	Precios	Unidad	Porcentaje de Reajuste	Precio Reajustado	Precios	Unidad	Porcentaje de Reajuste a enero 2021	Precio Reajustado (enero 2021)	Precios	Unidad	Porcentaje de Reajuste a febrero 2021	Precio Reajustado febrero 2021)				
Riego de imprimación de emulsión asfáltica	\$0,52	l	0,000%	\$0,52	₡317,95	l	12,247%	\$0,58	₡343,35	l	12,217%	\$0,62		l	0,000%	---		l	0,000%	---	\$0,62	\$0,52	\$0,57	\$0,57
Material de secado	\$25,34	m³	0,000%	\$25,34	₡21 523,35	m³	6,063%	\$36,88	₡17 757,74	m³	6,297%	\$30,49		m³	0,000%	---		m³	0,000%	---	\$36,88	\$25,34	\$30,90	\$30,90
Suministro, colocación y compactación de base granular	\$34,18	m3	0,000%	\$34,18	₡14 794,87	m3	4,881%	\$25,07	₡15 426,80	m3	4,902%	\$26,14	₡18 956,51	m3	3,717%	\$31,76	₡13 139,22	m3	4,057%	\$22,09	\$34,18	\$25,07	\$29,29	\$29,29
Cemento Portland para base estabilizada	\$158,03	ton	0,000%	\$158,03	₡152 098,82	ton	2,269%	\$251,29	₡148 248,83	ton	1,934%	\$244,13		ton	0,000%	---		ton	0,000%	---	\$251,29	\$244,13	\$247,71	\$247,71
			0,000%	---				---				---				---				---				
Infraestructura para el Ciclista			0,000%	---				---				---				---				---				
Barrera New Jersey	\$55,16	ml	0,000%	\$55,16		ml		---		ml		---		ml		---		ml		---	\$55,16	\$55,16	\$55,16	\$55,16
			0,000%	---				---				---				---				---				
Infraestructura para el Peatón			0,000%	---				---				---				---				---				
Construcción de aceras	\$32,79	m2	0,000%	\$32,79		m2		---		m2		---	₡18 749,78	m2	3,832%	\$31,45	₡20 044,13	m2	4,479%	\$33,83	\$33,83	\$31,45	\$32,69	\$32,69
			0,000%	---				---				---				---				---				
Señalización Vial			0,000%	---				---				---				---				---				
Señalamiento tipo A (Línea continua blanca)	\$2 894,41	km	0,000%	\$2 894,41	₡1 108 573,42	km	10,525%	\$1 979,40	₡975 828,67	km	10,701%	\$1 745,16		km	0,000%	---		km	0,000%	---	\$1 979,40	\$1 745,16	\$1 862,28	\$1 862,28
Señalamiento tipo I (Línea Intermitente blanca)	\$2 368,16	km	0,000%	\$2 368,16	₡598 375,68	km	10,541%	\$1 068,58	₡530 662,92	km	10,730%	\$949,28		km	0,000%	---		km	0,000%	---	\$1 068,58	\$949,28	\$1 008,93	\$1 008,93
Señalamiento tipo I (Línea Continua amarilla)	\$2 894,41	km	0,000%	\$2 894,41	₡1 078 526,64	km	10,538%	\$1 925,98	₡949 611,78	km	10,744%	\$1 698,93		km	0,000%	---		km	0,000%	---	\$1 925,98	\$1 698,93	\$1 812,46	\$1 812,46
			0,000%	---				---				---				---				---				
Muros de Contención				---				---				---				---				---				
Concreto 280 kg/cm2	\$305,17	m3		\$305,17				---				---		m3		---		m3		---	\$305,17	\$305,17	\$305,17	\$305,17
Acero Grado 60	\$1,74	kg		\$1,74				---				---	₡1 655,60	kg	17,831%	\$3,15	₡2 032,85	kg	22,993%	\$4,04	\$4,04	\$1,74	\$2,98	\$2,98
				---				---				---				---				---				
Sistema Pluvial				---				---				---				---				---				
Cordón y cuneta de	\$28,99	ml		\$28,99				---				---	₡20 243,06	ml	3,795%	\$33,94	₡22 515,72	ml	3,674%	\$37,71	\$37,71	\$28,99	\$33,55	\$33,55

Descripción	Cañas Limonal, licitación N° PIT-1-LPI-O-2016				Mantenimiento periódico y rehabilitación del proyecto del pavimento de la Red Vial Nacional Pavimentada, licitación 2014LN-000018-0CV00 (Orotina)				Mantenimiento periódico y rehabilitación del proyecto del pavimento de la Red Vial Nacional Pavimentada, licitación 2014LN-000018-0CV00 (San Ramón)				Mantenimiento Rutinario con equipo especial y rehabilitación del sistema pluvial de la Red Vial Nacional Pavimentada, licitación 2014LN-000017-0CV00 (Orotina)				Mantenimiento Rutinario con equipo especial y rehabilitación del sistema pluvial de la Red Vial Nacional Pavimentada, licitación 2014LN-000017-0CV00 (San Ramón)				Máximo	Mínimo	Promedio	Precio Escogido
	Precios	Unidad	Porcentaje de Reajuste	Precio Reajustado	Precios	Unidad	Porcentaje de Reajuste	Precio Reajustado	Precios	Unidad	Porcentaje de Reajuste	Precio Reajustado	Precios	Unidad	Porcentaje de Reajuste a enero 2021	Precio Reajustado (enero 2021)	Precios	Unidad	Porcentaje de Reajuste a febrero 2021	Precio Reajustado febrero 2021)				
cemento hidráulico																								
Canal Revestido Tipo IV, Concreto Hidráulico	\$24,70	m2		\$24,70				---				---	¢19 728,22	m2	4,672%	\$33,36	¢17 392,74	m2	4,267%	\$29,30	\$33,36	\$24,70	\$29,12	\$29,12
				---				---				---				---				---				
Muros de Contención de Tierra armada Gaviones				---				---				---				---				---				
Gaviones, tipo terramesh 6m de cola		m3		---				---				---	¢61 551,68	m3	24,659%	\$123,96	¢60 281,08	m3	24,659%	\$121,40	\$123,96	\$121,40	\$122,68	\$123,96

Fuente: Propia con información del CONAVI y MOPT

Anexo 23: Análisis de precios de elementos de puentes, licitaciones del Consejo Nacional de Vialidad.

Nombre del Puente	Año	RN	Largo	Ancho	Profundidad Cimentación Superficial	Profundidad Cimentación Profunda	Sistema Estructural	Cimentación superficial					Cimentación Profunda					Enrocado Colocado Piedra ligada con mortero	Cantidad enrocado	Precio Enrocado	Baranda metálica "MZ"
								Costo Puente Cimentaciones	Costo Bastiones	Costo Puente Superestructura	Losa de aproximación	Total	Costo Puente Cimentaciones	Costo Bastiones	Costo Puente Superestructura	Losa de aproximación	Total				
								7,09%	11,64%	79,77%	1,49%	100,00%	11,79%	7,20%	79,52%	1,49%	100,00%				
Río Pacuar	2020	243	60	10	7,08	6,06	Vigas de Acero losa de concreto	₡59 749 876	₡98 124 314	₡672 206 675	₡12 594 883	₡842 675 748	₡99 677 074	₡60 868 658	₡672 206 675	₡12 594 883	₡845 347 289	₡62 133 719	457,71	₡135 749	₡87 239
								7,30%	14,42%	76,84%	1,44%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%				
Río Birris	2018	402	35	7,65	4,2		Vigas de Acero losa de concreto	₡26 318 289	₡52 031 772	₡277 178 338	₡5 184 054	₡360 712 453						₡11 661 495	102,00	₡114 328	₡145 531
								14,79%	14,21%	69,60%	1,40%	100,00%	24,15%	7,59%	66,58%	1,67%	100,00%				
Quebrada Grande	2016	505	25	11,7	6	4	Vigas de Acero losa de concreto	₡48 819 392	₡46 890 491	₡229 692 228	₡4 604 472	₡330 006 583	₡81 676 089	₡25 683 022	₡225 162 752	₡5 651 723	₡338 173 585	₡19 740 816	174,13	₡113 368	₡128 200
								7,04%	92,96%	0,00%	0,00%	100,00%									
Quebrada Valverde	2017		5,75	25,3	4,72		Arco de concreto	₡10 904 197	₡143 964 596			₡154 868 793						₡11 067 130	98,33	₡112 551	₡84 780
								7,73%	11,65%	79,04%	1,58%	100,00%									
Río Pedregoso	2015	243	30	12,25	5,91		Vigas de Acero losa de concreto	₡23 225 912	₡34 972 521	₡237 379 347	₡4 735 044	₡300 312 823						₡42 844 791	429,20	₡99 825	₡121 332
								8,66%	9,66%	80,10%	1,59%	100,00%									
Río Zapote	2020	180	25	10,6	6,3		Vigas de Acero losa de concreto	₡22 849 083	₡25 492 730	₡211 397 568	₡4 193 909	₡263 933 290						₡19 677 484	184,00	₡106 943	₡96 859

Nombre del Puente	Cimentación superficial					Cimentación Profunda					Enrocado Colocado Piedra ligada con mortero (m³)	Baranda metálica para puentes MZ (ml)
	Costo Puente Cimenta ciones (ml)	Costo Bastiones (ml)	Costo Bastiones (m²)	Costo Puente Superestructura (m²)	Losa de aproximación (ml)	Costo Puente Cimentaciones por ml	Costo Bastiones (ml)	Costo Bastiones (m²)	Costo Puente Superestructura (m²)	Losa de aproximación (ml)		
Río Pacuar	₡2 987 494	₡4 906 216	₡692 968	₡1 120 344	₡629 744	₡4 983 854	₡3 043 433	₡429 863	₡1 120 344	₡629 744	₡135 749	₡87 239
Río Birris	₡1 720 150	₡3 400 769	₡809 707	₡1 035 213	₡338 827	₡0	₡0	₡0	₡0	₡0	₡114 328	₡145 531
Quebrada Grande	₡2 086 299	₡2 003 867	₡333 978	₡785 273	₡196 772	₡3 490 431	₡1 097 565	₡182 928	₡769 787	₡241 527	₡113 368	₡128 200
Río Pedregoso		₡1 427 450	₡241 531		₡193 267	₡0	₡0	₡0	₡0	₡0	₡99 825	₡121 332
Río Zapote	₡1 077 787	₡1 202 487		₡797 727	₡197 826	₡0	₡0	₡0	₡0	₡0	₡106 943	₡96 859

Max	₡2 987 494	₡4 906 216	₡809 707	₡1 120 344	₡629 744	₡4 983 854	₡3 043 433	₡429 863	₡1 120 344	₡629 744	₡135 749	₡145 531
-----	------------	------------	----------	------------	----------	------------	------------	----------	------------	----------	----------	----------

Nombre del Puente	Cimentación superficial					Cimentación Profunda					Enrocado Colocado Piedra ligada con mortero (m³)	Baranda metálica para puentes MZ (ml)
	Costo Puente Cimentaciones (ml)	Costo Bastiones (ml)	Costo Bastiones (m²)	Costo Puente Superestructura (m²)	Losa de aproximación (ml)	Costo Puente Cimentaciones por ml	Costo Bastiones (ml)	Costo Bastiones (m²)	Costo Puente Superestructura (m²)	Losa de aproximación (ml)		
Min	₡1 077 787	₡1 202 487	₡241 531	₡785 273	₡193 267	₡0	₡0	₡0	₡0	₡0	₡99 825	₡87 239
Promedio	₡1 967 932	₡2 588 158	₡519 546	₡934 639	₡311 287	₡1 694 857	₡828 200	₡122 558	₡378 026	₡174 254	₡114 043	₡115 832
Dato Seleccionado	₡1 967 932	₡2 588 158	₡519 546	₡934 639	₡311 287	---	---	---	---	---	₡127 499	₡139 511

Fuente: Propia con información de SICOP

Cartago, 22 de enero del 2020

Camilo Vargas Corrales
Ingeniería y Construcción
Instituto Costarricense de Electricidad
Presente

Asunto: Solicitud de ayuda para obtención de información para la realización de proyecto Final de Graduación

Estimados señores:

La suscrita Giannina Ortiz Quesada, en mi condición de Coordinadora de la Unidad de Posgrado de la Escuela de Ingeniería en Construcción del Tecnológico de Costa Rica, por este medio me permito indicar que el señor Paulo Morales Solano cédula 3-378-502 y carné universitario N° 2018319737, se encuentra realizando su proyecto de graduación para optar a Maestría en Ingeniería Vial en el tema: "Propuesta de Factibilidad Técnica de la infraestructura vial requerida para comunicar el Aeropuerto de Orotina con el Cantón de San Ramón, aplicando conceptos de intermodalidad de los sistemas de transporte y gestión de riesgos a desastres naturales"

El estudiante requeriría información sobre los costos de construcción de túneles.

Agradecemos de antemano la colaboración que se pueda brindar en el caso de estudio.

Atentamente,

GIANNINA ORTIZ
QUESADA
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por GIANNINA ORTIZ
QUESADA (FIRMA)
Fecha: 2020.01.23
13:16:29 -06'00'

Ing. Giannina Ortiz Quesada, MSc.
Coordinadora, Unidad de Posgrado
Escuela Ingeniería en Construcción
Tecnológico de Costa Rica

Cartago, 13 de setiembre, 2020

Camilo Vargas Corrales

Ingeniería y Construcción

Instituto Costarricense de Electricidad

Presente

Asunto: Solicitud de colaboración para obtención de información para la realización de proyecto Final de Graduación

Estimado Señor.

El suscrito Paulo Morales Solano, cédula 3-378-502, Ingeniero Civil, estudiante del Instituto Tecnológico de Costa Rica carné universitario N° 2018319737, vecino del Cantón de Paraíso de Cartago, por este medio me permito solicitar información de costos de construcción de túneles por metro lineal con el fin de elaborar el proyecto de graduación denominado "Propuesta de Factibilidad Técnica de la infraestructura vial requerida para comunicar el Aeropuerto de Orotina con el Cantón de San Ramón, aplicando conceptos de intermodalidad de los sistemas de transporte y gestión de riesgos a desastres naturales", para optar a Maestría en Ingeniería Vial.

El túnel requerido tiene las siguientes características:

- Cantidad: 2 túneles paralelos con una separación entre estos de 50 metros.
- Longitud: 1472 metros, (1.472 km)
- Área interior del Túnel: 237.638 m² por túnel
- Área Exterior del Túnel: 278.148 m² por túnel
- Pendiente longitudinal: Está compuesta por una pendiente de 4% y una pendiente de un 5%
- Acabado requerido: Revestimiento de concreto
- Sistema de ventilación (normal y de emergencia).
- Sistema contra incendios.
- Sistema de detección y alarma de incendios.

-

403

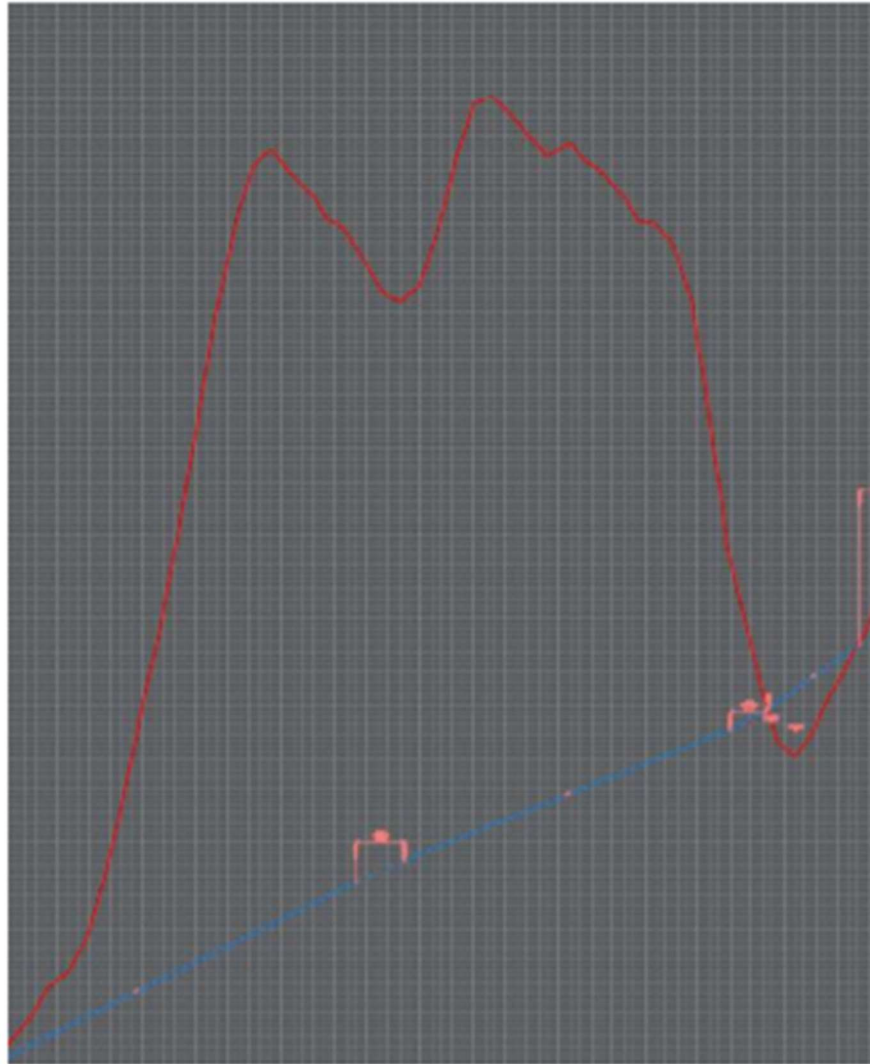


Ilustración 3: Perfil longitudinal de los Túneles

Además, es importante indicar que los dos túneles se conectan entre sí en un solo punto mediante la construcción de una galería de conexión para vehículos y peatones en caso de emergencia, ubicada en el punto intermedio del túnel, con la siguiente sección transversal y las siguientes características.

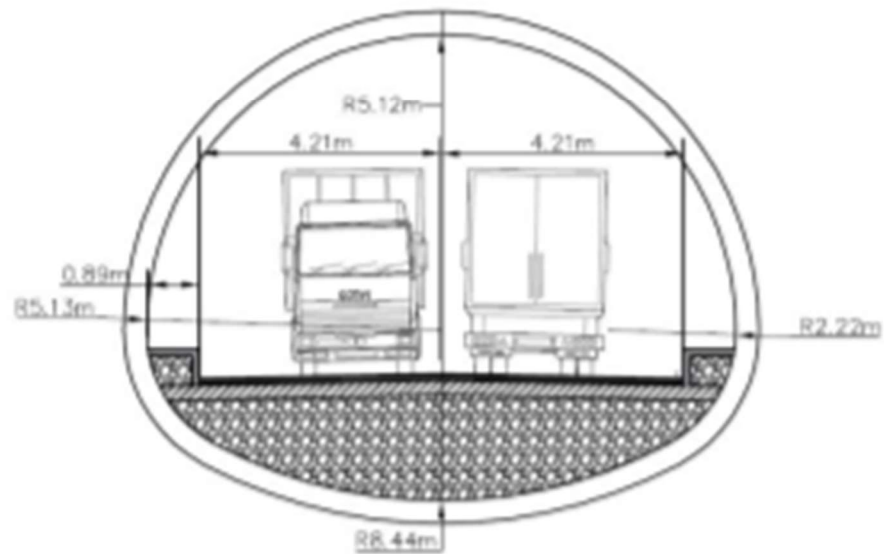


Ilustración 4: Sección transversal de Galería de conexión de vehículos

- Cantidad: 1 Galería
- Longitud: 50 metros mínimo
- Área interior del túnel: 65.26 m² por túnel
- Ancho mínimo de sección del túnel: 10.20 m
- Pendiente longitudinal: Está compuesta por una pendiente de 0.5%
- Acabado requerido: Revestimiento de concreto

Para mayor detalle se adjunta, archivo AutoCAD con sección transversal.

Agradezco de antemano la colaboración que me pueda brindar, con el compromiso que la misma será únicamente para fines académicos.

Atentamente,

PAULO
MORALES
SOLANO (FIRMA)

Firmado digitalmente por
PAULO MORALES
SOLANO (FIRMA)
Fecha: 2020.09.16
18:06:54 -06'00'

Ing. Paulo Morales Solano.

Estudiante de Maestría en Ingeniería Vial

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Copia:

Alejandro Medina López, Tutor del proyecto de Graduación

Gianina Ortiz Quesada, Coordinadora Unidad de Posgrados, Escuela de Ingeniería en Construcción (TEC)

Fuente: propia

Anexo 25: Correo de respuesta con estimación de costos de Túneles viales.

25/4/2021

Gmail - Costo para estudio factibilidad



Paulo Morales Solano <mospaulo@gmail.com>

Costo para estudio factibilidad

Vargas Corrales Camilo José <CVargasCo@ice.go.cr>
Para: Paulo Morales Solano <mospaulo@gmail.com>

7 de diciembre de 2020,

Saludos. Adjunto una estimación de montos. Con gusto podemos conversar para detallar.

Actividad	Obra	Área	Longitud	Volumen (m3 en banco)	Costo Unitario Directo (\$/m3)	Costo Directo	Costo indirecto de Proyecto (22%)	Utilidad de Contratista (10%)	Precio Fina
Instalaciones Temporales*						\$3,000,000	\$660,000	\$366,000	\$4,026,000
Excavación de portales*									
	Túnel 1			50,000	\$7.00	\$2,000,000	\$440,000	\$244,000	\$2,684,000
	Túnel 2			50,000	\$7.00	\$2,000,000	\$440,000	\$244,000	\$2,684,000
Excavación Subterránea									
	Túnel 1	278	1,472	409,363	\$65.00	\$26,608,608	\$5,853,894	\$3,246,250	\$35,708,75
	Túnel 2	278	1,472	409,363	\$65.00	\$26,608,608	\$5,853,894	\$3,246,250	\$35,708,75
Revestimiento en Concreto									
	Túnel 1	40	1,472	65,516	\$350.00	\$22,930,625	\$5,044,737	\$2,797,536	\$30,772,89
	Túnel 2	40	1,472	65,516	\$350.00	\$22,930,625	\$5,044,737	\$2,797,536	\$30,772,89
Sistemas electromecánicos**									
	Túnel 1					\$10,874,466	\$2,392,382	\$1,326,685	\$14,593,53
	Túnel 2					\$10,874,466	\$2,392,382	\$1,326,685	\$14,593,53
Total									\$171,544,36

*No hay datos se estima una cantidad solo para ejemplificar el cálculo

** se estima que el 18% del precio final de un proyecto de este tipo corresponde a los sistemas electromecánicos

Estos valores deberán revisarse contra un diseño y cotización de equipos

No se supone túneles o pozos de ventilación, evacuación u otra obra adicional. El diseño debe revisar estos aspectos



cid:image004.jpg@01D6E255.39C873F0

Camilo Vargas Corrales

www.grupoice.com

[El texto adjunto está oculto]

<https://mail.google.com/mail/u/0?ik=39ab5124ad&view=pt&search=all&permmsgid=msg-f%3A1685441416450267278&simpl=msg-f%3A16854414164...> 1/1

Fuente: (Instituto Costarricense de Electricidad, 2020)